

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON
Année scolaire 1922-1923. — N° 16

L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE ET LES EXERCICES PHYSIQUES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 30 novembre 1922

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Pierre MILLISCHER

né à Chalon-sur-Saône, le 6 octobre 1896.

MACON

PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

—
1922

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1922-1923. — N° 16

L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE

ET LES

EXERCICES PHYSIQUES

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 30 novembre 1922

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Pierre MILLISCHER

né à Chalon-sur-Saône, le 6 octobre 1896.



MACON

PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

—
1922

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire.....	M. HUGOUNENQ.
Doyen.....	MM. J. LEPINE.
Assesseur.....	ROQUE.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, BEAUVISAGE,
LACASSAGNE, TESTUT, FLORENCE (A).

PROFESSEURS

Cliniques médicales.....	MM. TEISSIER
Cliniques chirurgicales.....	ROQUE
Clinique obstétricale et accouchements.....	BARD
Clinique ophtalmologique.....	TIXIER
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	BERARD
Clinique neurologique et psychiatrique.....	COMMANDEUR
Clinique des maladies des enfants.....	ROLLET
Clinique des maladies des femmes.....	NICOLAS
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	LEPINE (J.)
Clinique des maladies des voies urinaires.....	WEILL
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	POLLOSSON (A.)
Physique biologique, radiologie et physiothérapie.....	LANNOIS
Chimie biologique et médicale.....	ROCHET
Chimie organique et toxicologie.....	NOVE-JOSSERAND
Matière médicale et botanique.....	CLUZET
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	HUGOUNENQ
Anatomie.....	MOREL
Histologie.....	X....
Physiologie.....	GUIART
Pathologie interne.....	LATARJET
Pathologie et thérapeutiques générales.....	POLICARD
Anatomie pathologique.....	DOYON
Chirurgie opératoire.....	COLLET
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie.....	MOURIQUAND
Médecine légale.....	PAVIOT
Hygiène.....	VILLARD
Thérapeutique, hydrologie et climatologie.....	ARLONG (F.)
Pharmacologie.....	ETIENNE MARTIN
	COURMONT (P.)
	PIC
	MOREAU

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe.....	VALLAS
— — — Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN
— — — Chimie minérale.....	BARRAL
— — — Urologie.....	GAYET

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Anatomie topographique.....	PATEL
Botanique.....	BRETIN
Embryologie.....	GRAVIER
Orthopédie.....	LAROYENNE
Puériculture et hygiène de la première enfance.....	CHATIN
Stomatologie.....	TELLIER

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
NOGIER	GARIN	DUROUX	CORDIER
BRETIN	SAVY	HOVELACQUE	ROUBIER
LERICHE	FROMENT	TRILLAT	FAVRE
THEVENOT (Léon)	THEVENOT (Lucien)	SARVONAT	BONNET
TAVERNIER	PIERY	FLORENCE (G.)	NOEL, chargé des fonc-
CADE	COTTE	ROCHAIX	tions.

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. POLICARD, *Président* ;
MM. LATARGET, ROCHAIX, NOEL, *Assesseurs*.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA GLORIEUSE MÉMOIRE DE MON PÈRE

LE COMMANDANT F.-J. MILLISCHER

TUÉ A L'ENNEMI AU COMBAT DE SOULTZEREN
LE 15 AOUT 1914

MEIS ET AMICIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Au lendemain de la formidable hécatombe, qui a posé d'une façon particulièrement aiguë le problème de la race, l'éducation physique s'est affirmée comme étant la meilleure de toutes les solutions, celle dont l'application s'imposait d'une façon impérieuse. Au début du siècle, la plupart des sports étaient encore l'apanage d'une petite catégorie d'individus. Aujourd'hui, les Chambres étudient un projet de loi destiné à rendre l'éducation physique obligatoire pour tous les Français, et on envisage la création de brevets d'aptitude physique, au même titre qu'un certificat d'études, ou un baccalauréat.

Le chemin parcouru est immense. Comme dans toutes les évolutions rapides, il était à craindre que des abus ne soient commis. L'École normale d'Éducation physique de Joinville, par son importance même, a toujours été en tête de ce mouvement. Ces dernières années particulièrement, elle a compris qu'il fallait adapter et unifier les diverses méthodes pratiques d'éducation physique, en tenant compte des résultats que les physiologistes avaient obtenus, mais qui étaient malheureusement restés un peu trop dans le domaine restreint des laboratoires et de quelques spécialistes. Sous l'intelligente et active impulsion de ses chefs, elle a fixé en pleine tourmente les règles d'une *méthode française* d'éducation physique. Cette méthode

donne des directives et dresse des barrières sans lesquelles l'éducation physique pourrait avoir de sérieux inconvénients.

La méthode française ne parle pas de l'Éducation respiratoire ; elle s'adresse, en effet, à des sujets normaux sachant se servir de leurs poumons que l'on suppose en bon état. Chez eux, le développement respiratoire est obtenu par l'exercice. Il est certain, tous les physiologistes sont d'accord sur ce point, que chez les sujets normaux, l'augmentation des échanges par le travail musculaire suffit pour améliorer la fonction respiratoire, en même temps que toutes les grandes fonctions ; les exercices physiques, la course en particulier, constitueront donc pour eux le meilleur entraînement respiratoire.

Malheureusement, il existe une immense catégorie d'individus malingres et chétifs, présentant de l'insuffisance ou de l'ignorance de la fonction respiratoire. Il faut leur adjoindre les anciens convalescents d'affections pleuropulmonaires et tous ceux qui présentent une déformation accentuée du tronc : dos voûtés, poitrines aplaties, etc... De tels sujets ne peuvent être soumis dès le début aux exercices généraux ; il leur faut une éducation préalable qu'on obtiendra par l'*Éducation respiratoire*. Celle-ci convient donc à tous les faibles, ceux-là même qui sont plus directement visés par une loi qui n'aurait plus de raison d'être si tout le monde était normalement conformé.

Cette Éducation respiratoire aura une action, non pas seulement physiologique, mais surtout anatomique. Elle s'adressera moins à la fonction respiratoire proprement dite qu'à l'appareil lui-même qui en est l'instrument. On cherchera chez ces malingres aux poitrines étroites, à

assouplir et à développer la cage thoracique, permettant ainsi à l'appareil pulmonaire de tirer un plus grand bénéfice d'exercices musculaires ultérieurs ; car, lorsque leurs constitutions seront devenues sensiblement normales, ils deviendront justiciables de la méthode générale.

Fernand LAGRANGE, maître incontesté en éducation physique, n'a-t-il pas écrit : « Pour obtenir tous les effets physiologiques de l'exercice dans leur ensemble et y faire participer tous les organes, il faut donc s'appliquer surtout à activer la respiration. Et c'est pour cela que les mouvements spéciaux actifs ou passifs dits « de respiration. » interviennent si fréquemment dans le cours de chaque séance. »

En somme, l'Éducation respiratoire convient aux sujets faibles. Elle constitue pour eux la première phase du développement respiratoire ; autrement dit, c'est une éducation préliminaire précédant l'Éducation physique mais ne la suppléant en aucune façon.

Afin qu'il n'y ait aucune confusion, nous tenons à préciser dès maintenant qu'elle ne s'adresse pas à des sujets pathologiques. Son but n'est pas thérapeutique, mais prophylactique. Elle cherche à préparer les individus aux bienfaits de l'Éducation physique, elle cherche aussi à leur épargner ses méfaits.

Nous adressant plus particulièrement aux éducateurs physiques, nous leur exposerons, dans une étude critique, les diverses méthodes qui ont été préconisées et employées, nous efforçant de fixer des questions de détail, de grouper et de mettre au point des règles qui sont éparses un peu partout.

Dans un premier chapitre, nous parlerons de l'opportunité de l'Éducation respiratoire, en indiquant quelles catégories d'individus en sont particulièrement justiciables. Le chapitre II, destiné à fixer les bases de l'Éducation respiratoire, est un rappel de notions physiologiques indispensables à la compréhension du sujet.

Le chapitre III sera consacré à l'historique de la question ; nous en profiterons pour exposer les conceptions et les méthodes actuelles en montrant par quels côtés divergent les points de vue des auteurs.

Nous distinguons des mouvements respiratoires d'urgence dont nous développons l'opportunité et la technique dans le chapitre IV ; nous les opposons à l'Éducation respiratoire qui en diffère essentiellement et qui fait l'objet du chapitre V.

Nous parlons ensuite du contrôle médical, et terminons en présentant, dans un dernier chapitre, quelques résultats obtenus.

Avant d'entrer dans notre sujet, nous avons l'agréable devoir d'exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui nous ont favorisé du concours précieux de leurs encouragements et de leurs conseils.

Notre maître, le professeur POLICARD, n'a cessé de nous donner en toutes circonstances les plus grands témoignages de sa sympathie ; sa très haute autorité scientifique a été pour nous un soutien constant. Nous avons tiré grand profit des leçons de physiologie qu'il fit cette année à l'*Institut lyonnais d'Éducation physique*. Il a bien voulu nous faire l'honneur de présider notre thèse ; nous lui en sommes profondément reconnaissant.

Nous remercions le docteur Paul DESFOSSÉS, le médecin principal SAVORNIN, le médecin major BOIGEY, médecin chef de l'École de Joinville, H. MAGNE, chef des travaux de physiologie à l'École d'Alfort, d'avoir bien voulu faciliter nos recherches.

Nous adressons de vifs remerciements à MM. les médecins majors R. TRÈVES, médecin de la division de rééducation de Joinville, et GOSSWILLER, médecin chef du Centre régional d'Instruction physique du XIV^e corps. L'un et l'autre nous ont réservé un accueil sympathique et réconfortant ; leur grande expérience en matière d'éducation physique a été pour nous une étoile directrice ; ils nous ont communiqué les résultats de leurs observations avec une grande bonté ; qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de notre plus vive gratitude.

Ces recherches ont été faites spécialement au *Centre régional de rééducation physique* de Rambervillers ; elles ont été poursuivies au *Centre régional d'instruction physique* du XIV^e corps d'armée et pour une partie à l'*Institut lyonnais d'Éducation physique*.

L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE

ET

LES EXERCICES PHYSIQUES

CHAPITRE PREMIER

OPPORTUNITÉ DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE

I. — NÉCESSITÉ DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE.

L'importance de la fonction respiratoire n'est plus à démontrer ; qu'il nous suffise de rappeler à ce sujet ces quelques lignes de F. Lagrange :

« On peut dire que la respiration est une fonction maîtresse qui commande toutes les autres, car, dans tous les cas où les actes vitaux sont momentanément suspendus, c'est à cette fonction que les médecins ont coutume de s'adresser pour ranimer la vie. Vient-on à retirer de l'eau un noyé en état d'asphyxie, une hémorragie grave a-t-elle mis le sujet en état de « mort apparente », on pratique la respiration artificielle, et, aussitôt qu'on est parvenu à réveiller les mouvements respiratoires, on voit la circulation reprendre son cours, les fonctions du système nerveux se rétablir, et la vie renaître. C'est par l'intermédiaire de la fonction respiratoire que se transmet à tous les organes

cette excitation, cette sorte de *coup de fouet* salutaire qui en active le fonctionnement ¹. »

Il était logique, par conséquent, de vouloir développer cette fonction et augmenter son rendement par un entraînement approprié. En éducation physique, surtout, le problème est d'importance ; personne ne l'a jamais contesté ; mais si le développement de la fonction respiratoire est un but commun à tous les professeurs d'éducation physique, les moyens employés pour y parvenir diffèrent avec chacun.

La question n'est pas encore au point ; les physiologistes eux-mêmes ne sont pas toujours d'accord. Depuis quelques années, on a beaucoup employé les termes de : gymnastique respiratoire, exercices respiratoires, mouvements respiratoires, rééducation respiratoire, entraînement respiratoire... ; la richesse même d'un vocabulaire qui ne s'est pas encore fixé, témoigne de la confusion qui règne dans les esprits.

Pour comprendre le problème, il faut se rappeler que la respiration d'un individu est fonction :

1^o des échanges respiratoires ;

2^o des poumons et de la cage thoracique.

Pour améliorer la respiration il faudra donc :

1^o augmenter les échanges respiratoires, c'est-à-dire favoriser l'oxygénation d'une plus grande quantité de sang ;

2^o permettre au poumon de s'agrandir en développant et en assouplissant la cage thoracique.

C'est pour avoir méconnu soit l'uné, soit l'autre des deux faces du problème que le désaccord est né sur cette question.

Les uns ont raison d'augmenter les échanges respiratoires

1. F. LAGRANGE, *Les mouvements méthodiques et la mécanothérapie*, p. 100. Alcan, 1899.

et ont tort de négliger le développement de la cage thoracique. Tel est, en particulier, le cas des *sportifs*.

Les autres ont raison de développer et d'assouplir la cage thoracique, mais ont tort de négliger les échanges respiratoires : ils développent à merveille le contenant, mais ne font fonctionner les poumons qu'à vide.

Les premiers poursuivent un *but fonctionnel*, tandis que les seconds poursuivent surtout un *but anatomique*.

Les premiers disent : « Pour développer la poitrine et accroître la capacité fonctionnelle des poumons, il faut exercer les jambes, il faut courir. En courant, on force les poumons à fonctionner, et les poumons, fonctionnant, se développent. » Certes, à la longue, les échanges respiratoires pourront dans une certaine mesure obtenir un meilleur rendement des poumons et de la cage thoracique. Mais en réalité, par les exercices généraux, et malgré la sollicitation dont ils sont l'objet, les poumons ne fonctionnent pas aussi complètement qu'ils le devraient, car leur ampliation dépend aussi de l'expansion de la cage thoracique.

Il est intéressant de signaler qu'un grand nombre de danseuses, malgré l'exercice intense de leurs membres inférieurs, ne présentent pas un développement respiratoire suffisant et pratiquent fréquemment, d'elles-mêmes, des exercices respiratoires de façon empirique. Ceci indique que le développement respiratoire, malgré l'augmentation des échanges, peut être limité par l'insuffisance d'ampliation thoracique.

Il y a intérêt à développer, par des exercices spéciaux, les appareils pulmonaires et thoraciques, en même temps que l'on sollicitera les échanges par des exercices généraux.

La méthode uniquement sportive ne convient donc qu'à des *adultes bien développés*.

Nous arrivons à cette conclusion :

- 1^o *Tous les sujets avant qu'ils n'atteignent l'âge adulte ;*
- 2^o *Tous les sujets que la nature n'aura pas richement dotés et à plus forte raison ceux de constitution faible et débile,*
devront travailler à augmenter le rendement de leur cage thoracique. L'éducation respiratoire leur en fournit les moyens.

II. — SUJETS PLUS PARTICULIÈREMENT JUSTICIAIBLES DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE.

Il importe de préciser de suite que *tous les malades évolutifs* devront s'abstenir de pratiquer l'éducation respiratoire.

Une gymnastique respiratoire peut être employée comme moyen thérapeutique dans de nombreux cas pathologiques ; mais alors un contrôle médical sévère et de tous les instants est absolument indispensable. Ce rôle thérapeutique ne rentre pas dans le cadre de ce travail. On trouvera au chapitre « contrôle médical » les moyens de dépister ces malades auxquels l'éducation respiratoire pourrait être néfaste.

Ces malades étant éliminés, il reste un nombre considérable de sujets justiciables d'une éducation respiratoire :

A. — *Enfants et adolescents.*

Tous les enfants ou adolescents qui n'ont pas encore atteint l'âge adulte devraient pratiquer une éducation respiratoire.

Il importe, en effet, de développer systématiquement le thorax des jeunes ; car, avec les tendances sportives actuelles, ceux-ci demandent à leur muscle cardiaque de gros efforts. Le cœur se trouve alors rapidement hypertrophié dans une cage thoracique trop étroite. Une telle anomalie

peut être constatée chez de nombreux jeunes gens qui, avant d'être éduqués physiquement, se livrent de façon intensive à des sports tels que le foot-ball par exemple.

Il est intéressant de rapprocher de ces cas le type clinique isolé par G. SÉE, et étudié par HUCHARD et VAQUEZ sous le nom de *pseudo-hypertrophie du cœur de croissance*¹. Ce type est dû à la réunion, dans un même organisme, d'un cœur ayant atteint un développement normal et d'un thorax arrêté dans son évolution. Il est caractérisé par des phénomènes de gêne circulatoire, et essentiellement par des palpitations. Dans ce cas particulier, ce n'est pas l'abus des sports, mais une croissance trop rapide qu'il faut incriminer.

Chacun sait, d'autre part, qu'il y a parmi les enfants et adolescents un grand nombre d'*ignorants respiratoires* et d'*insuffisants respiratoires*. Ecoliers et apprentis, victimes d'une sédentarité imposée trop tôt, ne savent plus respirer et contractent souvent des attitudes vicieuses.

Le docteur Roux faisait part à ses confrères, dans une séance récente de l'Académie de médecine, de ses alarmes concernant l'activité intellectuelle de notre jeunesse. Muni d'un grand nombre de rapports de professeurs, ce savant lut, entre autres, la lettre de M. H. BOURGIN, professeur au lycée Louis-le-Grand, lui signalant que, sur les 43 enfants confiés à son enseignement, 13 étaient hors d'état de le suivre, en raison de leur insuffisance physique.

Il ne faut pas croire que l'on ait rassemblé dans la classe de M. BOURGIN une collection de chétifs et de malingres. Les chiffres indiqués constituent une moyenne courante, et qui doit frapper à juste titre, car il est à présumer que si ces jeunes gens sont médicalement incapables d'écouter leur maître, ceux qui suivent médiocrement ne doivent pas être de constitution parfaite.

On imagine sans peine le bénéfice considérable que

1. *Manuel de kinésithérapie*, fasc. III, G. ROSENTHAL, p. 57. Alcan, 1905.

peuvent retirer ces jeunes sujets d'une éducation respiratoire, dont un des premiers effets sera d'assurer le redressement où le développement d'un thorax à une période où il est encore suffisamment malléable.

B. — Adultes.

Parmi les adultes, tous les ignorants et insuffisants respiratoires, tous ceux qui ont des poitrines étroites et des élasticités thoraciques médiocres devraient pratiquer l'éducation respiratoire.

Le médecin major R. TRÈVES, examinant 121 jeunes soldats qui présentaient de *l'insuffisance respiratoire*, attribue celle-ci à des causes diverses.

Chez 13 seulement, elle paraissait due à une affection pulmonaire antérieure : atteinte de grippe récente, congestion pulmonaire au cours de la troisième enfance, atteintes fréquentes de bronchite, bronchite récente avec adénopathie trachéo-bronchique dans 9 cas.

Chez 9, l'insuffisance respiratoire pouvait être attribuée à une diminution de la perméabilité nasale par suite de végétations adénoïdes, éperons de la cloison, hypertrophie des cornets.

16 cas étaient observés chez des sujets présentant une déviation du rachis : cyphose et cypho-lordose chez 13 sujets, lordose chez 2 autres et scoliose chez un seul.

Pour 84 hommes, la cause de l'insuffisance respiratoire semble devoir être recherchée dans leur genre d'existence antérieur : travail dans un milieu confiné, manque d'exercices physiques au grand air. On trouve en effet parmi eux 75 % d'ouvriers et d'employés de bureau.

L'insuffisance respiratoire était caractérisée par une capacité vitale de 1 l. 1/2 à 3 l. 1/2 ; la valeur du rapport de cette donnée au poids variait de 0,034 à 0,05 ; l'amplitude thoracique était comprise entre 2 et 5 cm. Les épreuves physiologiques très inférieures à la normale étaient la conséquence de cette insuffisance respiratoire.

On pourrait croire qu'il n'y a chez les adultes qu'une

minime quantité de ces sujets. Hélas, il n'en est rien, et le nombre des ajournés ou réformés pour *faiblesse de constitution* est considérable. Il faut espérer cependant, lorsque les pratiques de l'éducation physique se seront suffisamment répandues, que les conseils de révision verront peu à peu disparaître ce motif de réforme.

Il est intéressant de signaler de quelle façon l'armée envisage l'éducation physique de ses recrues malingres. En effet la méthode générale s'adresse, avons-nous dit, à des *adultes bien constitués* ; dans ces conditions, elle ne saurait convenir aux recrues plus faibles.

La difficulté a été résolue d'une façon ingénieuse.

Il existe depuis la guerre des *Centres Régionaux de rééducation physique* (C. R. R. P.), où les jeunes soldats, qui ne sont pas jugés capables de suivre l'entraînement normal, viennent préalablement se rééduquer pendant une durée moyenne de 3 mois. Une large part est faite dans ces centres à l'Éducation respiratoire.

D'ailleurs, bien qu'il ait éliminé les faibles par la création des C. R. R. P., le règlement militaire qui s'inspire des directives de Joinville, ne néglige pas de parler de la gymnastique respiratoire à laquelle il consacre un paragraphe. Il y est dit notamment : « Chez le sujet adulte bien conformé, les mouvements spéciaux de gymnastique respiratoire sont peu nécessaires... Mais si le sujet est mal conformé, surtout pendant la période de croissance, l'exercice respiratoire bien compris est justifié. Le développement harmonieux des muscles inspireurs, une meilleure mobilisation des articulations chondro-costales, peut-être même une plus grande élasticité des tissus pulmonaires eux-mêmes peuvent résulter de ces exercices. »

Nous pensons qu'il y aurait intérêt à ce que ces mouvements de gymnastique respiratoire, utilisés actuellement dans les seuls C. R. R. P., sortent de ce cadre étroit et soient ordonnés d'une façon plus générale.

En effet, les C. R. R. P. ont une action trop limitée car du fait de la pénurie d'effectifs dans les corps de troupes, nombreux sont les

1. *Projet de règlement général d'éducation physique*, Annexe, p. 20. Lavauzelle, 1922.

chefs de corps qui réduisent le plus possible le nombre d'hommes à envoyer en rééducation. On peut dire qu'en réalité il ne passe dans ces centres que le tiers des hommes qui devraient y venir.

Il reste de ce fait, dans les corps de troupe, une assez forte proportion de faibles. Il s'y trouve aussi beaucoup de jeunes cultivateurs, robustes, il est vrai, mais dont l'organisme adapté aux travaux lents et progressifs, s'accommode mal des exercices de vitesse et d'agilité qu'on peut leur demander à l'arrivée au régiment, alors qu'ils viennent d'être brusquement transplantés de la campagne à la ville.

Or l'instruction physique est activement poussée dans l'armée, mais en raison de la pénurie de médecins militaires, et particulièrement des médecins de régiment, le contrôle médical y est bien illusoire. Ceci pourrait expliquer le nombre de *cœurs forcés* que l'on voit en ce moment. Il est permis de penser qu'une éducation respiratoire préalable, obligeant les instructeurs à une progression plus lente, éviterait ces inconvénients et permettrait à la méthode générale d'être utilisée à son tour avec un maximum de rendement.

Aucune organisation analogue aux centres de rééducation n'existe avant le régiment. La pratique obligatoire de l'éducation respiratoire au début de toute éducation physique comblerait cette lacune. Ainsi l'école fournirait à l'Armée des jeunes gens bien développés et pouvant être facilement entraînés par les exercices généraux.

Un autre avantage de l'Éducation respiratoire, tant à l'école qu'au régiment, serait le dépistage précoce et facile de cette quantité de jeunes gens qui, pour une cause ou une autre, présentent de l'obstruction nasale. L'attention de l'éducateur attirée sur ce point, il serait facile de faire lever les obstacles par le spécialiste ; un tel résultat n'est certes pas négligeable.

C. — *Vieillards.*

Les vieillards ne peuvent pratiquer que des mouvements de culture physique qui sont insuffisants, par les échanges

qu'ils provoquent, à entretenir le fonctionnement de l'appareil respiratoire. La gymnastique respiratoire leur permettra d'échapper à l'emphysème qui les guette. Dans l'état d'expiration, chez un sujet normal, chaque cartilage costal présente une torsion sur son axe ; quand se produit l'inspiration, la côté communique au cartilage son mouvement d'élévation et de translation en avant, et pendant ce mouvement, le cartilage tordu redresse sa courbure et tend à devenir rectiligne. Or, si l'on en croit la théorie d'Ameuille, les cartilages tendent à s'ossifier chez le vieillard ; ils s'ossifient en position normale, c'est-à-dire en inspiration, et la torsion ne pouvant plus s'effectuer, l'expiration est rendue de ce fait très difficile. Les mouvements de la cage thoracique pourront éviter l'immobilisation complète au niveau de ces cartilages.

D'ailleurs, il ne s'agit pas chez eux d'augmenter les échanges favorisant le désassimilation ; par conséquent le développement respiratoire est recherché surtout dans le but d'assurer le fonctionnement normal de l'appareil pulmonaire.

D. — *Utilité générale de l'éducation respiratoire.*

Les gens bien portants eux-mêmes bénéficieront de l'éducation respiratoire.

C'est ainsi que les orateurs, les chanteurs, pour qui l'exercice de leur profession constitue un entraînement respiratoire naturel, pourront augmenter encore leur capacité vitale par une gymnastique locale. Il est intéressant de noter la longévité qui est de règle dans ces milieux où l'art de bien respirer constitue le principe même de la vie professionnelle.

« Les artistes dramatiques, écrit TISSIÉ ¹, s'imposent

1. TISSIÉ, *L'éducation physique et la race*, p. 52.

une gymnastique respiratoire en éduquant leur diaphragme pour la tenue du son dans le débit discipliné de l'air. Malgré l'atmosphère des coulisses chargée de gaz, de vapeurs, de poussières, malgré les courants d'air qui les guettent à la sortie d'une scène surchauffée, les artistes ne s'en portent pas plus mal, parce qu'ils savent mieux respirer et que dans la journée, ils bénéficient mieux que d'autres du grand air. »

Il en est de même des sportifs, parmi lesquels se trouvent souvent des hommes présentant des déficiences anatomiques ou fonctionnelles. Ils chercheront, par des exercices respiratoires, à reculer le plus possible la barrière en deçà de laquelle l'essoufflement les tient prisonniers.

Tous les sédentaires, à plus forte raison, devront, avant d'entreprendre des exercices physiques, pratiquer l'Éducation respiratoire. Nous avons, chez nombre d'entre eux, constaté les heureux effets de cette méthode.

Un aperçu de ce qui se passe chez les verriers est également significatif. Nous avons pu faire une enquête à la cristallerie de Saint-Louis (Bas-Rhin), où les ouvriers pratiquent le soufflage à la bouche, à l'aide de longues cannes métalliques creuses. Là aussi le travail est extrêmement pénible et l'atmosphère, surchauffée par la proximité des fours où se trouve le cristal en fusion, est encore rendue plus nocive par les poussières de scories et de charbon.

Malgré toutes ces conditions défectueuses, la tuberculose est ignorée des milieux ouvriers de Saint-Louis.

III. — NATURE DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE.

On a déjà vu que le développement respiratoire est fonction :

1^o de l'augmentation des échanges respiratoires ;

2^o du développement des poumons et de la cage thoracique.

La méthode française vise tout particulièrement le premier problème, l'Éducation respiratoire s'occupe du second.

L'Éducation respiratoire sera donc la première phase du développement respiratoire, c'est-à-dire celle qui vise le développement thoracique et pulmonaire ; elle doit logiquement précéder l'augmentation des échanges respiratoires obtenue ultérieurement par les exercices physiques généraux.

Elle consistera en *exercices* spéciaux de gymnastique respiratoire. Ces exercices sont empruntés à la méthode suédoise, qui a peut-être eu le tort de vouloir les appliquer d'une façon trop générale et trop prolongée.

Une comparaison, tirée du domaine de l'électricité, fera mieux comprendre le rôle des deux phases du développement respiratoire :

La première phase ou éducation respiratoire augmenterait si l'on peut dire le « voltage » de la respiration ;

la deuxième phase ou éducation physique proprement dite en augmenterait par contre « l'intensité ».

Dans le but d'éviter toute confusion, nous distinguons :

a) *les mouvements respiratoires* (exercices respiratoires du règlement) destinés, après les exercices violents, à ramener à la normale les rythmes cardiaque et respiratoire ;

b) *les exercices respiratoires*, destinés à développer et assouplir la cage thoracique, à ventiler et à fortifier les poumons.

Les premiers sont des *mouvements d'urgence* ; ils feront l'objet du chapitre IV.

Les seconds sont des *exercices éducatifs* auxquels on ne doit se livrer que lorsque le cœur est au repos. Ils feront l'objet du chapitre V.

Pour terminer cette question de l'opportunité de l'Éducation respiratoire, nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter à LAGRANGE ¹ les conclusions suivantes :

« L'introduction d'une quantité d'air supplémentaire dans les vésicules pulmonaires n'assure pas toujours le passage dans le sang d'un supplément d'oxygène correspondant ; mais, l'air ne fit-il qu'entrer et sortir, il en résulte tout au moins le bénéfice d'une ventilation plus active du poumon et un balayage plus complet des résidus organiques. Et l'on sait que l'accumulation des résidus de la respiration crée dans les vésicules pulmonaires un terrain de culture des plus favorables à la prolifération des bacilles.

« L'entraînement qui résulte de la gymnastique respiratoire ne se borne pas à modifier les muscles : il améliore le jeu des articulations costales, rend plus facile et plus étendu le déplacement des côtes, leur permet de s'élever davantage à chaque expiration. Les muscles inspirateurs aussi bien que les expirateurs ont dès lors moins de résistance à vaincre, les côtes leur obéissant mieux.

« Les forces actives de l'acte respiratoire sont donc augmentées, en même temps que les résistances passives sont diminuées. Et c'est ainsi que s'accroît l'aptitude à respirer. Une fois cette aptitude acquise, l'éducation de la respiration est faite, car le sujet contracte promptement l'habitude de respirer suivant un rythme qui lui est devenu aussi facile qu'il est efficace, le rythme des respirations profondes et lentes.

« Enfin, l'habitude de respirer avec plus d'énergie fait sentir son effet sur la structure même des poumons, dont les portions habituellement inactives sont forcées de s'associer mécaniquement à l'acte respiratoire. Les cellules ne peuvent rester affaissées, l'air attiré par un coup de soufflet plus énergique, y pénètre de force, les déplisse et les distend. Ces cellules reprennent ainsi le volume que leur faisaient perdre leur état de vacuité et l'accolement de leurs parois. En même temps qu'elles reprennent leur rôle actif dans la fonction, elles récupèrent dans l'organe la place que leur inaction avait considérablement diminuée. Et c'est ainsi que le volume du poumon augmente parfois avec une surprenante rapidité, quand le sujet s'habitue à respirer au moyen de toutes ces cellules, au lieu d'en laisser en réserve la plus grande partie.

« Comme corollaire de ces modifications de volume de leur

1. LAGRANGE, *loc. cit.*, p. 130.

contenu, les parois de la poitrine prennent une forme nouvelle. Les côtes ne se laissent plus déprimer par la pression atmosphérique extérieure : elles acquièrent une attitude plus relevée, qui est indispensable à l'agrandissement de l'espace réclamé par le nouveau mode de fonctionnement du poumon. Et c'est ainsi que le périmètre du thorax augmente sans qu'il soit besoin que les parois thoraciques aient épaissi. L'augmentation du tour de poitrine devient alors un criterium de l'accroissement du poumon.

« Les observations quotidiennes prises dans les instituts de mécano-thérapie prouvent que la gymnastique respiratoire locale et méthodique peut amener l'accroissement du périmètre thoracique, aussi sûrement que les exercices généraux de la gymnastique et du sport, dont les mensurations de Marey ont montré les heureux effets. »

CHAPITRE II

NOTIONS PHYSIOLOGIQUES APPLIQUÉES A L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE

Il est utile, pour s'engager plus avant, de préciser quelques points concernant la physiologie de la respiration. Etant donné le but que nous nous sommes fixé, on sera peu surpris de ne pas trouver ici une nouvelle compilation abrégée de la physiologie des poumons. Cette étude est certainement beaucoup mieux faite par les nombreux auteurs qui s'y sont essayés. Nous nous bornerons, à propos de chacune des notions classiques sur la respiration, à signaler les faits particulièrement importants pour l'Éducation respiratoire.

I. — LA RESPIRATION EN GÉNÉRAL.

C'est au génie de LAVOISIER que l'on doit la découverte de la composition de l'air et l'établissement des bases réelles de la théorie de la respiration. Depuis ses mémorables recherches, on sait que la respiration est un phénomène d'ordre beaucoup plus général que les simples échanges pulmonaires.

Le fonctionnement de nos tissus exige un apport d'énergie. Celle-ci leur est apportée par les aliments qui la renferment sous forme d'énergie chimique potentielle.

C'est l'oxydation des aliments, c'est-à-dire leur combustion, qui dégage et révèle cette énergie latente.

L'énergie chimique potentielle des aliments, qui sont,

en dernière analyse, le glucose et les acides gras, se transforme d'abord en énergie spécifique propre à chaque tissu ; par exemple : en énergie mécanique pour le muscle. Elle se transforme accessoirement en énergie thermique, qui apparaît comme une énergie, résiduelle en soi, mais utilisée par l'organisme sous forme de « chaleur animale ».

Il faut donc de l'oxygène.

C'est dans le poumon que le sang emprunte à l'air cet oxygène qu'il transporte aux tissus.

C'est dans le poumon aussi, que le sang se débarrasse de l'acide carbonique et des déchets qu'il a reçus des tissus.

La connaissance de ces phénomènes de combustion au sein des tissus, réduisant les poumons au rôle d'intermédiaire, a fait dire : « L'homme ne respire pas avec ses poumons mais avec ses tissus. »

Comme conséquence de ces données, on conçoit que le développement respiratoire soit obtenu par une augmentation des combustions tissulaires qui nécessitent elles-mêmes un meilleur rendement du poumon. Mais ce dernier, pour pouvoir remplir convenablement son rôle d'intermédiaire, doit réaliser un minimum de conditions. C'est ce minimum que l'Éducation respiratoire se propose d'atteindre.

II. — PASSAGE DE L'AIR DANS LE SYSTÈME AÉRIFÈRE.

Comme chacun le sait, l'air suit, pour arriver aux poumons, ce que les Anciens appelaient « l'arbre respiratoire ». Cet arbre prend naissance, d'abord dans les fosses nasales qui peuvent être partiellement obstruées, tantôt par une déviation de la cloison ou une malformation, tantôt par des polypes, et secondairement dans la cavité buccale. Ici nous touchons à un point très controversé : les exercices

respiratoires doivent-ils se faire par la voix nasale, buccale, ou naso-buccale ? Cette question sera étudiée d'une façon plus détaillée au chapitre IV.

Quand la respiration se fait par le nez, l'air passe dans l'arrière-cavité des fosses nasales ou rhino-pharynx si fréquemment obstrué lui aussi par les végétations adénoïdes.

Que la respiration soit nasale ou buccale, l'air arrive ensuite dans le pharynx, puis dans la trachée et de là dans les bronches. Celles-ci subissent un grand nombre de divisions et leur calibre devient en même temps de plus en plus petit. Lorsqu'elles sont parvenues au dernier stade, elles prennent le nom de bronchioles et leurs extrémités viennent aboutir respectivement aux alvéoles pulmonaires.

Tout autour de ces petites bronches des fibres musculaires lisses sont disposées annulairement. C'est à ces fibres, appelées muscles de Reissessen, que le poumon doit sa contractilité.

III. — DILATATION DE LA CAGE THORACIQUE.

On sait que, grâce au vide pleural, le poumon suit la cage thoracique dans ses mouvements d'expansion ou de retrait. Cette solidarité explique que la dilatation du thorax provoque un appel d'air à l'intérieur du poumon et qu'au contraire sa compression en favorise l'expulsion.

Il n'est donc pas inutile de rappeler en le précisant le mécanisme de la dilatation thoracique.

Dans l'inspiration, la cage thoracique s'agrandit dans le sens de la hauteur grâce aux mouvements du diaphragme, dans le sens transversal et le sens antéro-postérieur grâce aux mouvements des côtes.

A. — *Rôle du diaphragme
et intervention de la paroi abdominale.*

Personne n'ignore que le diaphragme est un muscle plat qui cloisonne la cavité du corps en deux parties : le thorax et l'abdomen. Il constitue à la cage thoracique un plancher bombé en forme de coupole dont la concavité est tournée vers le sol. Ses fibres s'insèrent sur tout le pourtour (costal et vertébral) de l'ouverture inférieure du thorax.

Le diaphragme, appelé *muscle-roi* par TISSIÉ, est d'une importance primordiale dans la respiration ; toutefois le rôle qu'il joue est subordonné à la collaboration des organes abdominaux.

En effet, lorsqu'il se contracte il tend à descendre, mais aussi à rapprocher les côtes. C'est ce qui se passe en l'absence des organes abdominaux, et le volume thoracique gagné par l'abaissement du diaphragme est reperdu par le rapprochement des côtes.

Supposons, au contraire, que les viscères soient en place et immobiles : le diaphragme en se contractant, prendra point d'appui sur la masse viscérale dont la convexité s'adapte merveilleusement à la surface concave du muscle. En raison de la forme toute particulière du point d'appui présenté par les viscères abdominaux, les fibres musculaires du diaphragme conservent en partie leur courbure naturelle, qui leur permet d'agir sur les côtes diaphragmatiques dans une direction presque verticale et, en conséquence, de les attirer en haut et en dehors.

Dans la respiration ordinaire, le diaphragme agit simultanément de deux façons : de convexe, il tend à devenir plan, à abaisser sa partie centrale ; en même temps sa partie périphérique remonte en élevant les côtes ¹.

1. Ces notions ont été bien établies par DUCHENNE DE BOULOGNE dans ses expériences sur des chiens, d'abord vivants, puis morts, puis éviscérés.

Mais, pour que les viscères abdominaux puissent servir de point d'appui et ne fuent pas sous la pression diaphragmatique, il importe que la musculature abdominale jouisse d'une tonicité parfaite. Ici, nous touchons un problème controversé et nous pensons qu'il est suffisamment important pour qu'on y insiste.

Quelques auteurs semblent croire que la tonicité des muscles de la sangle abdominale n'est pas suffisante pour maintenir les viscères :

La condition nécessaire et suffisante de l'abaissement énergétique du diaphragme est, pour THOORIS, *une rétraction énergique de la paroi abdominale antérieure au moment de l'inspiration*. Il base surtout son argumentation sur le fait que chez les sujets sains et entraînés, on peut constater une rétraction abdominale lors de l'inspiration.

Le médecin major DAUSSAT, dans son livre sur *L'Education physique, son influence sur la santé du soldat*, ROSENTHAL, dans le fascicule 3 du *Manuel pratique de Kinésithérapie*, ont fait une étude critique des travaux de THOORIS. L'un et l'autre lui savent d'ailleurs gré d'avoir attiré l'attention sur l'importance de la sangle abdominale. THOORIS a eu le mérite d'écrire : « Tous les malingres sont des insuffisants diaphragmatiques... la correction de l'insuffisance diaphragmatique est une rééducation de l'abdomen. »

La doctrine de TISSIÉ, de Pau, consiste dans la nécessité d'un axe vertébral rigide (contractions des masses sacro-lombaires, des muscles des gouttières vertébrales, du carré des lombes, etc.), pour fournir au diaphragme un point d'appui fixe et lui permettre de fonctionner. Il est utile qu'il y ait rigidité de la paroi abdominale antérieure, qui joue, vis-à-vis du diaphragme, le rôle adjuvant que les muscles extenseurs jouent vis-à-vis des fléchisseurs de l'avant-bras, par exemple.

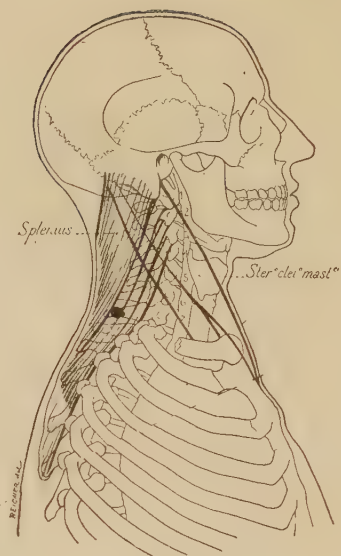
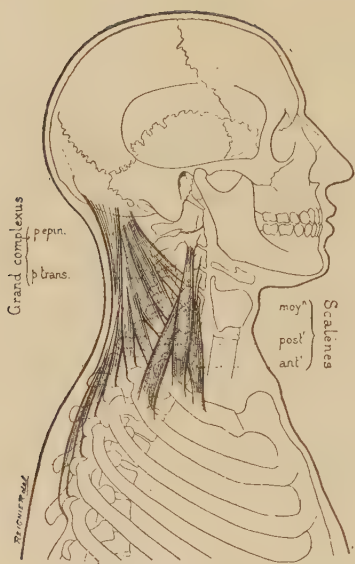
Or, DAUSSAT a observé la respiration naturelle chez un grand nombre de soldats ; il prend les périmètres xyphoïdiens et juge à vue de la rétraction plus ou moins prononcée de la paroi abdominale.

Le résultat de ces observations est variable suivant que les sujets sont musclés ou au contraire gras, obèses, ou ptosiques.

Chez les sujets musclés, il a trouvé qu'une contraction trop énergique des muscles abdominaux semblait produire une augmentation trop forte de la pression intra-abdominale et le refoulement trop intense des viscères dans le thorax ; en somme, chez eux, l'action des abdominaux antagonistes contrarie la contraction du diaphragme.

Au contraire, chez les sujets gras, obèses ou ptosiques, l'inspiration semble bénéficier d'une rétraction volontaire simultanée de la paroi abdominale. Chez ceux-ci, « la contraction d'une paroi faible maintient suffisamment les viscères pour qu'ils puissent servir de point d'appui solide au diaphragme. L'énergie de la paroi est uniquement employée à s'opposer à la descente des viscères, elle n'est pas assez forte pour s'opposer, comme dans le premier cas, à la descente du diaphragme. » De plus, DAUSSAT a noté que, dans la respiration naturelle des sujets musclés, la rétraction inspiratoire du ventre n'est pas due à une contraction musculaire, car, ni la vue, ni la main, ne sentent de relief musculaire. « Elle est le résultat de la traction exercée sur les plans cutanés et musculo-aponévrotique par l'expansion thoracique et l'écartement des dernières côtes. »

ROSENTHAL conclut : « Le diaphragme rentre donc dans la règle commune : comme tous les muscles, il bénéficie de la tonicité, de l'élasticité des muscles opposants, il ne saurait bénéficier de leur contraction antagoniste. »

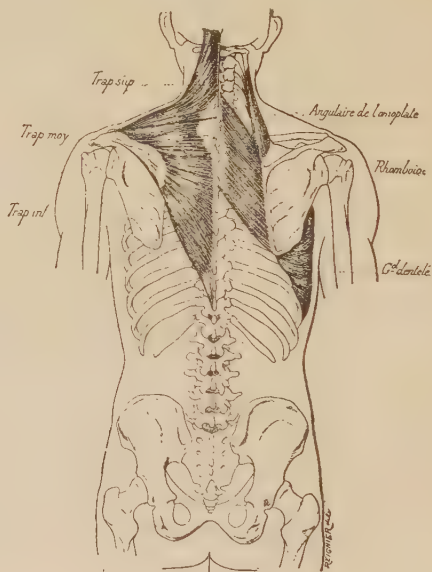
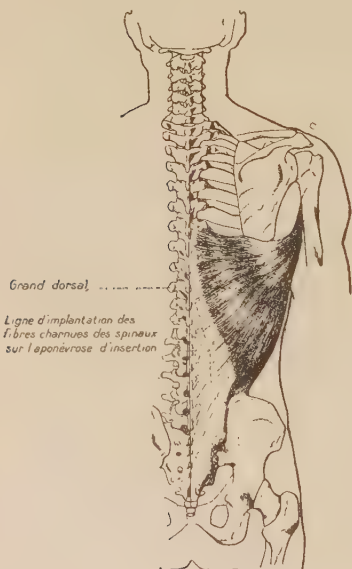


Muscles inspireurs auxiliaires du cou.

(In *La Gymnastique respiratoire chez les enfants* de Desfosses, p. 8, Masson édit.)

FIG. 1. — Grand complexus et scalènes.

FIG. 2. — Splénus et sterno-cléidomastoïdien.



Muscles fixateurs de l'omoplate et inspireurs auxiliaires.

(In *La Gymnastique respiratoire chez les enfants* de Desfosses, p. 10, Masson édit.)

FIG. 3. — Grand dorsal.

FIG. 4. — Trapèze, rhomboïde et grand dentelé.

Nous ajoutons à cette excellente argumentation la réflexion suivante : Si on contracte l'abdomen au maximum au moment de l'inspiration, on est obligatoirement amené à le relâcher au moment de l'expiration. Or, la contraction des abdominaux est le meilleur moyen d'action que nous possédions pour expirer à fond. Si l'on suivait les indications de THOORIS il serait impossible de faire une inspiration forcée suivie d'une expiration forcée, car il est impossible de garder l'abdomen à l'état de contraction permanente.

En somme, THOORIS a grandement raison de développer les muscles abdominaux, mais il faut les développer en dehors des mouvements respiratoires : ils doivent agir par leur tonicité, c'est-à-dire par une force latente préalablement acquise, et non par une contraction qui s'effectuerait simultanément avec l'inspiration.

B. Rôle des muscles insérés sur la paroi de la cage thoracique.

La cage thoracique, avons-nous dit, s'agrandit dans le sens transversal et le sens antéro-postérieur, grâce aux mouvements des côtes. Ce mécanisme est bien connu ; il joue d'ailleurs un rôle secondaire par rapport à l'action véritablement prépondérante du diaphragme ; il convient néanmoins d'indiquer quels muscles doivent être entraînés de préférence à d'autres, en vue du développement respiratoire.

Les côtes s'élèvent par un mouvement de charnière dont le point fixe serait à la colonne vertébrale. Dans les inspirations normales, ce mécanisme est sous la dépendance des muscles intercostaux et scalènes.

Dans les inspirations forcées, d'autres muscles viennent apporter une aide complémentaire ; ce sont le sterno-

cléïdo-mastoïdien, le sous-clavier, le grand dentelé, et secondairement le trapèze, le rhomboïde, et le grand dorsal.

« Pour que les scalènes ¹, le sterno-cléïdo-mastoïdien, la portion claviculaire du trapèze puissent exercer leur action inspiratrice, il faut que la tête et le cou soient maintenus dans l'extension sur le tronc. Dans les fortes inspirations costo-supérieures, les splénus antagonistes des sterno-cléïdo-mastoïdiens se contractent énergiquement.

« DUCHENNE a démontré que le grand dentelé est un inspiateur énergique quand il prend son point fixe sur l'omoplate ; mais pour que ce muscle mette en mouvement les côtes sur lesquelles il s'insère, il est nécessaire que l'omoplate soit préalablement maintenue d'une manière solide par la contraction synergique du rhomboïde et du trapèze inférieur. »

Ceci permet de comprendre pourquoi certaines méthodes de gymnastique respiratoire visent spécialement l'entraînement des muscles dorsaux et en particulier celui des muscles fixateurs de l'omoplate.

IV. — LE MÉCANISME EXPIRATOIRE.

L'expiration a un mécanisme beaucoup plus simple. A l'inverse de l'inspiration qui est active et exige l'intervention de forces musculaires puissantes, l'expiration, à l'état normal, est un phénomène actif, résultant du retour du thorax et du poumon à leur état d'équilibre.

En effet, le thorax déformé par l'inspiration tend à reprendre sa position primitive, grâce à l'élasticité de ses différentes parties : ligaments et cartilages costaux. De même, le poumon revient sur lui-même, en vertu de l'élas-

1. *La Gymnastique respiratoire chez les enfants*, par P. DES-FOSSÉS, p. 9. Masson et C^{ie}.

ticité propre de son tissu, entraînant les parois thoraciques et tout à la fois entraîné par elles, grâce au vide pleural.

Les muscles de Reissessen reviennent aussi sur eux-mêmes, joignant leur action à l'action générale ; il est même possible qu'ils se contractent.

Mais le retrait de la cage thoracique n'est pas suffisant pour que le poumon puisse épuiser toute sa force élastique, il en reste une partie non utilisée. On conçoit donc la possibilité d'une expiration forcée dans laquelle des puissances musculaires interviendraient.

Les muscles qui entrent en jeu, ou muscles expirateurs, sont ceux qui abaissent les côtes et refoulent le diaphragme en haut en comprimant les organes abdominaux. Ce sont de nouveau et principalement les muscles abdominaux ; muscles précieux donc, puisque de leur tonicité dépendra une bonne inspiration, et de leur contraction, la possibilité d'une expiration profonde.

Et maintenant nous apparaît mieux encore l'antagonisme des muscles abdominaux et du diaphragme : dans l'inspiration, les premiers résistent par leur tonicité à l'action active du diaphragme ; dans l'expiration au contraire, ils deviennent actifs, repoussant le diaphragme, qui n'a plus qu'un rôle passif de retour sur lui-même au début, de résistance par sa tonicité à la fin. Dans l'un et l'autre cas, les intestins et autres organes abdominaux jouent le rôle inerte de masselotte.

Il faut citer aussi comme muscles expirateurs les intercostaux internes ; mais leur importance est bien moindre.

V. — QUANTITÉS D'AIR DÉPLACÉES. — DONNÉES SPIROMÉTRIQUES.

Le nombre des mouvements respiratoires varie suivant

les individus. On le fixe en moyenne à 18 par minute chez l'adulte. Les anciennes observations de QUETELET donnent les nombres suivants aux différents âges :

AGES	RESPIRATIONS PAR MINUTE
De 0 à 1 an	44
5 ans	26
De 15 à 20 ans	20
20 à 25	18,7
25 à 30	16
30 à 50	18,1

Le sommeil fait descendre le rythme respiratoire de 18 à 12 par minute, environ. L'exercice le fait monter au contraire de 18 à 48 et même davantage, suivant son intensité et sa durée.

En moyenne, on a un mouvement respiratoire pour quatre battements cardiaques.

L'accord ne s'étant pas encore fait sur la terminologie concernant les quantités d'air déplacées, il n'est peut-être pas inutile de rappeler les définitions suivantes :

A l'état de repos, on évalue à 0 l. 500 la quantité d'air mobilisé par chaque mouvement respiratoire ordinaire : c'est ce qu'on appelle *air courant*.

Si, à la fin d'une expiration normale, on prolonge l'expiration jusqu'à l'extrême limite possible, on peut faire sortir du poumon environ 1 litre 600 : c'est l'*air de réserve*.

Si, à la fin d'une inspiration normale, on prolonge l'inspiration jusqu'à l'extrême limite possible, on peut faire rentrer environ 1 litre 600 : c'est l'*air complémentaire*.

La quantité d'air rejetée par un individu normal qui vient de faire une inspiration maxima et qui se prépare à expirer à fond se compose donc d'environ :

Air complémentaire	1 litre 500
Air courant	0 litre 500
Air de réserve	1 litre 500

Cette quantité totale voisine de 3 litres 500, qui exprime la ventilation maxima et qui peut nous être donnée par le spiromètre, a reçu le nom de *capacité vitale*.

Mais GREHANT a montré par sa méthode de mélanges, qu'à la suite d'une expiration forcée, il subsiste encore dans le poumon une quantité d'air évaluée à 1 litre 800 : c'est l'*air résiduel*, qu'aucun effort, si violent soit-il, ne nous permet d'expulser.

GREHANT a appelé *capacité respiratoire* qu'il ne faut pas confondre avec la capacité vitale la somme de l'air résiduel et de l'air de réserve.

Cet auteur a introduit en physiologie et a défini le *coefficient de ventilation pulmonaire* : c'est le rapport de la quantité d'air nouveau qui reste dans les poumons à la capacité vitale de ces organes. Il est d'environ 0,11, et son importance est véritablement considérable dans le sujet qui nous occupe. Il indique qu'« à chaque respiration ordinaire, les poumons ne renouvellent qu'un onzième de l'air qu'ils contiennent. Ils ne le renouvellent donc entièrement qu'après onze mouvements respiratoires, quand le sujet est à l'état de repos et que sa respiration est normale ¹. »

VI. — VENTILATION PULMONAIRE.

Il ne nous semble pas déplacé de reprendre et de discuter ici les expériences qui ont permis à GREHANT de déterminer le coefficient de ventilation pulmonaire. Il ne paraît pas, en effet, que les auteurs aient tiré de ces travaux toutes les conséquences possibles.

1. BOIGEY, *La Physiologie générale et l'éducation physique*, p. 52.

Dans une première expérience ¹, à un sujet ayant un volume pulmonaire (air résiduel, plus air de réserve) de deux litres 93, GREHANT fait inspirer 500 centimètres cubes d'hydrogène, puis il analyse un volume égal expiré. Ce volume expiré renferme 34 p. 100 d'hydrogène : soit 170 centimètres cubes.

300 centimètres cubes sont donc restés dans les poumons.

GREHANT ayant démontré par ailleurs que l'air se conduit dans les poumons comme l'hydrogène, en conclut qu'un tiers de l'air inspiré est rendu tel quel à l'atmosphère et que deux tiers seulement pénètrent véritablement dans le poumon.

Dans une deuxième expérience, à un sujet ayant un volume pulmonaire de 3 litres 430, il fait inspirer 500 centimètres cubes d'hydrogène, comme précédemment, et il analyse un volume expiré, non plus de 0 litre 500, mais de 1 litre 975. Ce volume expiré ne rejette que 334 centimètres cubes d'hydrogène, il en reste encore 166 dans les poumons.

Dans la première expérience il reste 330 centimètres cubes d'hydrogène dans les poumons ; en supposant qu'il soit réparti uniformément (ce qui a été démontré par GREHANT) on aura, par centimètre cube :

$$\frac{330}{2930} = 0 \text{ centimètre cube } 113 \text{ d'H.}$$

Dans la deuxième expérience, il reste dans les poumons 1 litre 455 (3 litres 430 — 1 litre 975) contenant 166 centimètres cubes, donc 1 centimètre cube contiendra :

$$\frac{166}{1455} = 0 \text{ centimètre cube } 114 \text{ d'H.}$$

1. GRÉHANT, *Journ. Anat. et Physiol.*, I, 523, 1864.

Ainsi, après une inspiration qui a été la même, suivie de deux expirations aussi différentes, l'une d'un demi-litre, l'autre de près de deux litres, la même quantité d'hydrogène a été distribuée dans un volume égal des gaz qui sont restés après l'expiration.

Ce nombre, 0,113, ainsi déterminé, s'appelle « coefficient de ventilation » : il exprime combien l'unité de volume du mélange gazeux laissé dans les poumons après l'expiration a reçu d'air pur.

GREHANT écrit : « Pour une inspiration fixe et quelle que soit l'expiration, ce coefficient est fixe. » Et il publie le tableau suivant obtenu avec une inspiration d'un volume constant de 500 centimètres cubes d'hydrogène :

Volume de l'expiration.	Hydrogène % dans le gaz expiré.	Vol. d'hydrogène expiré.	Volume des poumons après expiration.	Coefficient de ventilation.
375 cc.	37 cc.	138,7 cc.	3,055 cc.	0,118
455 cc.	35,4 cc.	161,1 cc.	2,975 cc.	0,114
500 cc.	33,9 cc.	169,5 cc.	2,93 cc.	0,113
550 cc.	32,5 cc.	178,7 cc.	2,88 cc.	0,112
850 cc.	24,4 cc.	207,4 cc.	2,58 cc.	0,113
1600 cc.	19,1 cc.	305,6 cc.	1,83 cc.	0,106
1700 cc.	18,7 cc.	317,9 cc.	1,73 cc.	0,105
1875 cc.	17,8 cc.	333,8 cc.	1,555 cc.	0,107
1975 cc.	16,9 cc.	333,8 cc.	1,445 cc.	0,114

Présenté de la sorte, ce tableau semble vouloir indiquer que, quel que soit le volume expiré, la ventilation pulmonaire est constante, ce qui reviendrait à dire que les expirations forcées ne servent à rien.

Ce que GREHANT omet d'ajouter, c'est que le coefficient est fixe après une *seule* expiration quelle que soit sa valeur et compte non tenu de la respiration suivante.

Prenons, en effet, le cas où le volume de l'expiration est de 500 centimètres cubes, égal à celui de l'inspiration, et mettons-nous dans les conditions habituelles, c'est-à-dire où l'on inspire de l'air et où l'on expire partie air, partie acide carbonique.

Le tableau nous indique que cette expiration contient 169 centimètres cubes d'air pur et 331 d'acide carbonique, il reste donc dans le poumon 331 d'air pur à la fin de cette expiration, mais l'inspiration suivante en amènera 500 cc., soit, pour les deux inspirations, un total de 831 cc.

Dans le cas d'une expiration de 1600 cc., c'est le même raisonnement : l'expiration contient 305 cc. d'air pur et 1295 cc. d'acide carbonique. Il ne reste après elle que 195 cc. d'air pur, c'est entendu, mais il en rentre la fois suivante 1600 cc., soit au total 1795 cc., etc.

On voit donc que si le coefficient de ventilation ne varie pas avec le volume expiré, cela ne veut pas dire qu'une expiration forcée (nécessairement suivie d'une inspiration proportionnelle) n'améliore pas la ventilation pulmonaire.

Par contre, le coefficient de ventilation varie avec la valeur de l'inspiration. Le tableau suivant, établi par GREHANT et reproduit dans le *Traité de Physiologie* de MORAT et DOYON (page 106, tome IV), montre dans quelles limites :

Volume de l'inspirat.	Volume de l'expirat.	Volume de l'air pur expiré.	Volume de l'air pur conservé.	Volume du poumon après expir.	Coefficient de ventilation.
cc.	cc.	cc.	cc.	lit.	
300	345	161,5	138,5	2,295	0,060
500	475	180	320	2,365	0,135
600	625	231,2	368,8	2,315	0,159
1000	1300	464,1	535,9	2,04	0,262

Quelles conclusions peut-on tirer de ce tableau ?

GREHANT conclut : « 36 mouvements respiratoires par minute, composés d'inspirations et d'expirations de 300 cc. ne renouvellent pas l'air des poumons aussi bien que 18 mouvements respiratoires de 500 cc.

Neuf inspirations d'un litre ont le même effet que 18 inspirations d'un demi-litre. »

On peut encore dire :

Deux inspirations de 300 cc. qui retiennent 256 cc. ne valent pas une inspiration de 600 cc. qui retient 368 cc.

Et inversement 2 respirations de 500 cc. qui retiennent 640 valent mieux qu'une inspiration de 1000 qui ne retient que 535.

Mais surtout, il faut avoir soin de spécifier que ces faits ne sont vrais qu'autant que les temps considérés sont les mêmes. Autrement dit, il faut ajouter au tableau de GREHANT une nouvelle fonction : le temps. En effet, deux respirations de 500 ne valent mieux qu'une de 1000 qu'à la condition qu'elles s'opèrent dans le même temps que celle de 1000.

Le tableau de GREHANT pourrait encore s'exprimer de la façon suivante :

Avec des inspirations de 300 cc., il faut 16 inspirations pour renouveler entièrement l'air des poumons ;

avec des inspirations de 500, il en faut 7 à 8 ;

avec des inspirations de 600, il en faut 6 ;

et avec des inspirations de 1000, il en faut à peine 4.

Nous voyons donc qu'en une minute, un homme qui respire normalement (16 à 18 inspirations de 500 par minute) renouvelle un peu plus de deux fois l'air de ses poumons. Avec des inspirations de 1000, à condition de garder le même rythme, il renouvellera quatre fois l'air de ses poumons. Si le rythme tombait de 16 à 8, il ne le renouvellerait que deux fois.

Certains auteurs ont écrit : « Les inspirations profondes assurent plus efficacement que les inspirations superficielles le renouvellement de l'air dans la poitrine. » Cette assertion n'est donc exacte que dans certaines limites de temps qu'il faudra calculer pour chaque cas particulier, et l'on peut conclure qu'il ne faut pas prolonger inconsidérément la durée des inspirations, sous peine de les voir perdre une partie de leur valeur.

PECH, de Montpellier, s'est préoccupé de cette notion de temps et il a introduit une nouvelle mesure : celle du *débit respiratoire*. Il a construit un appareil, *le masque manométrique de Pech*, pour mesurer le débit respiratoire par seconde. Il sera fait mention de cet appareil au chapitre VI.

VII. — LE MÉCANISME NERVEUX.

Nous en aurons fini avec cette étude physiologique lorsque nous aurons rappelé en quelques mots le fonctionnement nerveux de l'appareil respiratoire.

Le poumon n'est pas autonome, il est sous la dépendance directe du système nerveux et, si l'on coupe les nerfs qui s'y rendent, la respiration cesse.

Les commandes nerveuses, nécessaires à l'entretien de la respiration, sont contenues dans le tronçon de l'axe nerveux qu'on appelle le bulbe, ainsi que dans les quelques centimètres de moelle épinière qui lui font immédiatement suite. Ce *centre respiratoire*, comme on l'appelle encore, est relié au diaphragme, muscle inspirateur par excellence, par un nerf moteur : le phrénique. Il est relié au poumon par un nerf sensitif : le pneumogastrique.

Chaque mouvement respiratoire est un acte réflexe qui a un double point de départ :

Tout d'abord, les excitations peuvent partir des poumons, au moment de leur compression au cours de l'expiration. Ces excitations seraient recueillies par le pneumogastrique qui les conduit au bulbe ; celui-ci les réfléchirait sur le diaphragme par le nerf phrénique, d'où contraction de ce dernier produisant une inspiration.

L'excitation peut encore se faire directement sur le bulbe par la plus ou moins grande quantité d'acide carbonique contenue dans le sang. C'est sans doute cette cause, qui plus que toute autre, règle le rythme respiratoire. Le besoin de respirer est ainsi lié à l'accumulation de l'acide carbonique dans le sang. Ceci explique, nous y reviendrons plus loin, qu'un sujet essoufflé ne puisse résister à un impérieux réflexe inspirateur, tellement impérieux qu'il ne laisse plus à l'expiration le temps de se produire.

« Les impressions morales elles-mêmes, écrit BOIGEY ¹, ajoutent leur influence à celles du travail pour produire l'essoufflement. La peur est dépressive. C'est elle qui explique que le cerf se laisse forcer par les chiens, cependant moins rapides que lui. La frayeur diminue son aptitude respiratoire par des effets réflexes qui troublent le jeu régulier de ses poumons. Sous l'influence de la peur il sort de ses allures ; les mouvements de sa poitrine sont troublés et se succèdent à intervalles inégaux. La production de l'acide carbonique est formidable et son élimination régulière est partiellement entravée ; l'animal s'essouffle, perd une partie de ses moyens et finit par être forcé.... Ceci s'applique de tous points à l'homme. La maîtrise de soi, dans les exercices du corps, assure aux personnes calmes une grande supériorité sur les sujets impressionnables.

¹. BOIGEY, *Physiologie générale de l'éducation physique*, p. 58, Payot, Paris, 1920.

H. MAGNE ¹ a étudié la sensibilité du centre respiratoire à l'action de l'acide carbonique. Pour cet auteur, l'*excitabilité* du centre bulbaire serait très diminuée chez les sujets entraînés ; ce serait une des causes pour laquelle ceux-ci résistent mieux à l'essoufflement. Il conclut qu'il serait intéressant d'éduquer de façon systématique la sensibilité du centre respiratoire. Un bon procédé consiste à entraîner les sujets à retenir leur respiration le plus longtemps possible, ce qui les oblige à lutter contre le réflexe inspireur.

Nous reparlerons des idées de cet auteur concernant le mécanisme de l'essoufflement.

TISSIÉ ², se basant sur le fait que la respiration est un réflexe bulbaire, conclut : « Dans la respiration il faut surtout considérer l'expiration bien plus que l'inspiration. On prend toujours assez d'oxygène, sans cela la mort surviendrait par asphyxie, mais on n'expulse pas suffisamment l'acide carbonique. Celui-ci intoxique à la longue le globule rouge, l'empêche de s'oxygéner, et son poison agit rapidement sur le bulbe, d'où essoufflement, c'est-à-dire défense du bulbe, avec l'aide du diaphragme pour expulser le poison. Savoir expirer, c'est savoir respirer. Toute méthode de gymnastique rationnelle doit donc considérer la fonction respiratoire, et, dans cette fonction, l'acte de l'expiration. »

1. H. MAGNE, Recherches sur les modifications des phénomènes respiratoires que produit chez l'homme le travail musculaire. Applications à l'étude de l'entraînement et de la fatigue. (*Notes et Mémoires de l'Institut Lannelongue d'hygiène sociale*, 2^e série, 1921, p. 59.)

2. Philippe TISSIÉ, *L'Education physique et la race*, p. 31.

CHAPITRE III

HISTORIQUE

I. — VUE D'ENSEMBLE.

Paul BERT commençait ainsi la première des leçons qu'il professa en 1868 sur la respiration : « Les phénomènes respiratoires sont de tous les actes physiologiques ceux qui ont les premiers appelé l'attention des hommes. Les mouvements alternatifs et réguliers de la poitrine, le souffle parfois puissant qui s'échappe des narines et de la bouche, l'angoisse et la mort qui surviennent bientôt si quelque obstacle victorieux trouble, puis interrompt ce rythme nécessaire, le premier cri de l'enfant qui vient de naître, le dernier soupir du mourant auquel succèdent l'immobilité, le froid, la décomposition ; tous ces faits ont laissé dans les langues, dans les systèmes philosophiques et religieux des preuves nombreuses de leur antique observation ¹. »

De fait, la plupart des auteurs font remonter les origines connues de la gymnastique respiratoire à la gymnastique de « Kong-Fou » très en honneur chez les Chinois 2700 ans avant notre ère. Le Kong-Fou comprenait entre autres des exercices de respiration variés. KOÏNDJY précise même leur modalité : tantôt exclusivement nasale, tantôt avec inspiration nasale et expiration buccale.

1. *Leçons sur la respiration* de Paul BERT (1868).

Par contre, SOMER¹ nous apprend que le Père AMIOT a donné, au XVIII^e siècle, une description du Kong-Fou, accompagnée d'une vingtaine de gravures représentant les divers exercices. La simple vue de ces dessins prouverait l'ignorance des Chinois en gymnastique respiratoire. 10 des exercices indiqués sont pratiqués dans la position fondamentale assise, les jambes croisées en tailleur, et ne répondent nullement à l'action kinésithérapique recherchée.

Quoi qu'il en soit, l'époque gréco-romaine, mieux accessible aux recherches, nous a laissé des textes qui montrent la compréhension que les Anciens avaient des différents exercices respiratoires.

PLUTARQUE disait² : « Il est étonnant combien l'exercice journalier de la voix est avantageux, non seulement à la santé, mais même à l'entretien des forces, je ne dis pas de celles qui font les athlètes, mais de la force et de la véritable vigueur des principaux viscères du corps, d'où dépend principalement le rétablissement de la santé. »

VALÈRE-MAXIME nous enseigne³ à quelles pratiques se livrait Démosthène :

Lateris etiam firmitate defectus, quas corporis habitus vires negaverat, a labore mutuatus est ; multos enim versus uno impetu spiritus complectebatur, eosque adversa loca celeri gradu scandens prononciabat.

(Il n'avait pas une forte poitrine : le travail lui donna ce que sa complexion lui refusait ; il embrassait d'une seule haleine une suite de vers et les prononçait en gravissant d'un pas rapide des lieux escarpés.)

1. H. SOMER, *Le massage dans les sports*, p. 17. Paris, Baillière et fils (1913).

2. Colonel AMOROS, *Nouveau manuel complet d'éducation physique et gymnastique morale*. Paris, 1848, pp. 96, 97.

3. VALÈRE-MAXIME, *De studio et industria*, lib. VIII. In PESCHER.

« A Rome, par contre ¹, il y avait des exercices respiratoires spécialisés. Ils ne manquent pas d'originalité, et leur application, peut-être injustement abandonnée, n'apparaît pas comme irrationnelle : les artistes qui voulaient s'entraîner à augmenter la puissance de leurs poumons, avaient l'habitude de se coucher sur le dos et de faire des exercices de respiration en portant sur leur thorax un jeu de lames de plomb de lourdeur progressivement croissante. Ainsi, au dire de SUÉTONE, procédait l'Empereur Néron qui avait l'ambition de se montrer ou de devenir le premier comédien, le premier orateur, le premier artiste lyrique de son temps. »

L'histoire ne nous apprend plus rien jusqu'aux environs de l'année 1800. A partir de cette époque et jusqu'à maintenant on peut distinguer deux principaux courants dans l'histoire de la gymnastique respiratoire :

D'un côté on trouve les *empiriques* ; à la suite d'AMOROS, ils comprennent l'importance de la fonction respiratoire, mais ce n'est qu'accessoirement qu'ils entreprennent l'éducation respiratoire, sans jamais lui donner la valeur d'un système.

De l'autre côté se trouvent les *rationalistes* ; à la suite de LING, ils entreprennent systématiquement, avant toute chose, l'éducation raisonnée et scientifique de la fonction respiratoire.

Actuellement, les auteurs semblent être partagés entre les deux tendances ; il en est de même de la *méthode française* dont la caractéristique est d'être particulièrement éclectique. Cette dernière méthode pourrait, semble-t-il, bénéficier de l'extension d'une éducation respiratoire

1. PESCHER, *L'entraînement respiratoire par la méthode spiropneumatique*. Maloine et fils, Paris, 1921, p. 58.

qu'elle préconise pour un nombre trop restreint de sujets.

Nous allons successivement passer en revue les trois écoles : empirique, méthodique et moderne. Mais ces écoles s'occupent de l'éducation physique en général, et il n'est pas toujours très aisé de dissocier dans chacune d'elles la part qui est faite à l'éducation respiratoire proprement dite ; nous nous efforcerons cependant de faire ressortir ce dernier point de vue.

II. — LES EMPIRIQUES.

AMOROS (1770-1848) a le mérite d'avoir introduit le premier en France une méthode de gymnastique. Bon professeur et surtout habile politique, il sut attirer sur lui l'attention du gouvernement royal qui lui accorda en 1819 la concession d'un immense terrain pour y diriger en quelque sorte un gymnase officiel.

Vers la même époque, JAHN (1778-1852), en Allemagne, jetait lui aussi les bases d'une méthode. Patriote ardent, il avait uniquement en vue le relèvement de sa patrie après la défaite d'Iéna. Ses deux principes étaient : haine des Français et préparation morale et physique du peuple allemand en vue de secouer le joug étranger. *Le père de la gymnastique allemande* est presque aussi populaire que Blücher, qu'il rappelle d'ailleurs par sa nature fruste et rude, la vigueur de son tempérament et sa brusque franchise. L'Allemagne l'honore et sa tombe est un lieu de pèlerinage.

AMOROS et JAHN, énergiques tous les deux, et ayant le culte de la force, instituèrent surtout une gymnastique d'agrès, amenant une hypertrophie de la partie supérieure du corps. Si JAHN inventa la barre fixe et les barres paral-

lèles, c'est AMOROS qui découvrit le trapèze et en fixa avec de remarquables détails une technique d'emploi. Comme on le voit, ces exercices vigoureux et pénibles n'étaient pas faits pour des femmes ou des enfants, ils s'adressaient à des adultes et même à des adultes sélectionnés.

Il ne semble pas que JAHN se soit occupé spécialement de la fonction respiratoire. Quoiqu'il fût moins sérieux, AMOROS eut sur lui la supériorité de saisir l'importance de cette fonction et de chercher à la développer.

« Examinez, dit-il ¹, tous les hommes qui se livrent à des exercices prolongés, qui courent, qui nagent, qui grimpent pendant longtemps ; et demandez-vous pourquoi ils s'interrompent et s'arrêtent. Tous vous répondront en accusant leur poitrine, en vous disant que l'haleine leur manque et qu'ils sont près de suffoquer. Voyez parmi ces hommes ceux qui résistent le mieux ; et vous remarquerez que ce sont moins, en général, les individus dont les muscles sont les plus puissants, que ceux dont la respiration est la plus longue, la plus résistante. »

C'est ainsi qu'AMOROS introduisit les chants pendant les exercices de gymnastique. A vrai dire, ces chants avaient un but en quelque sorte ésotérique : il s'agissait de vrais cantiques, ce qui plaisait au gouvernement d'alors et on les chantait suivant certaines règles pour frapper l'imagination du public. Néanmoins, le but avoué était de développer la respiration : « Essayez de parler haut, disait-il ¹, de chanter en marchant vite, en courant, en dansant ; et remarquez quel surcroît d'action en résultera pour vos poumons. »

Il a voulu faire mieux encore et a donné la technique d'un mouvement respiratoire. Malheureusement, il était peu

1. Colonel AMOROS, *loc. cit.*, p. 84.

physiologiste et trop énergique : il ordonnait une attitude de contrainte très pénible, les bras en pronation forcée, entravant ainsi plus qu'il ne la favorisait la régularité physiologique de la respiration. Ailleurs, il ordonnait aux sujets de se frapper la poitrine à coups de poings, pendant l'exécution des mouvements ; il s'en excusait en disant, qu'à l'exemple des Spartiates, il fallait s'habituer à la douleur.

Aujourd'hui, la pratique des chants, exécutés simultanément avec les exercices pratiques, est en partie abandonnée ; en effet, les efforts exigés étaient souvent contradictoires : on ne peut pas demander à un sujet de chanter, c'est-à-dire d'expirer, alors que le mouvement gymnique qu'il exécute demande, par exemple, que sa poitrine soit bloquée en inspiration forcée. Toutefois il faut savoir que le chant pratiqué par des élèves, à la fin d'une leçon d'éducation physique, donne à l'instructeur d'utiles indications : d'une part, celui-ci se rend mieux compte du degré d'essoufflement de ses élèves ; d'autre part, le chant constitue un bon procédé pour ramener rapidement la respiration à un rythme normal. Envisagée à ce double point de vue, la pratique des chants mérite d'être conservée. La méthode de Joinville les préconise comme un excellent moyen de *retour au calme*.

Quoi qu'il en soit, GUERMONPREZ ¹ conclut : « Le colonel AMOROS a mis en valeur la fonction respiratoire ; il en a eu l'intelligence et le zèle. Ce n'est pas lui qui est l'inventeur, ni l'organisateur de la gymnastique respiratoire ; mais il en est le précurseur indéniable. »

III. — LES RATIONALISTES.

LING (1776-1839), le fondateur de l'École suédoise, se

1. GUERMONPREZ, *Gymnastique respiratoire pendant les mouvements*, Rousset, Paris, 1907, p. 153.

place au premier rang des *rationalistes*. On peut dire de lui qu'il a organisé véritablement une gymnastique respiratoire.

LING avait en réalité un but médical ; il voulait lutter contre la tuberculose et l'alcoolisme qui faisaient à cette époque de grands ravages en Suède. Ceci explique le caractère scientifique et médical de ses méthodes.

A ce propos, la Suède, qui a réussi dans une large mesure à enrayer les deux fléaux précités, offre un bel exemple des résultats qu'un pays est en droit d'espérer de l'observation des règles de l'hygiène.

LING s'applique à faire une gymnastique d'analyse, exerçant séparément chaque groupement musculaire d'une façon minutieuse et disciplinée. Il a été, comme tous les novateurs, vivement critiqué. On lui a reproché (Schreiber) d'avoir introduit une systématisation si compliquée qu'elle empêche la vulgarisation de la méthode. LING admet, en effet, pour tous les mouvements, cinq principales positions initiales : debout, assis, couché, à genoux, suspendu ; chacune pouvant être modifiée par la position des pieds, par celle des bras, par celle du tronc, ou par l'emploi de différents accessoires. On peut donc concevoir une infinie variété des seules « positions initiales ». On lui a pourtant reproché la monotonie et l'uniformité !

LING est l'inventeur des mouvements synergiques destinés à obtenir l'isolement parfait des différents groupes musculaires.

Un exemple ¹ permettra de comprendre mieux ces définitions. Quand on plie l'avant-bras, celui-ci serait jeté violemment contre le bras par la contraction des fléchisseurs (muscles antérieurs du bras), si les extenseurs de

1. GUERMONPREZ, *loc. cit.*, p. 25.

l'avant-bras (muscles postérieurs du bras) ne réglaient pas le mouvement en se contractant aussi de leur côté. Pour obtenir l'isolation du mouvement sur les muscles fléchisseurs de l'avant-bras, il suffit de donner une résistance suffisamment forte du côté de l'avant-bras, quand il va se plier ; et de cette manière, les extenseurs restent complètement au repos.

Ces mouvements exigent, soit l'assistance d'un aide, soit une résistance élastique comme celle qu'on obtient dans les appareils Sandow, soit le poids de son propre corps lorsqu'on est suspendu, soit même le simple poids d'engins rigides : telle est l'origine de l'emploi des haltères ; on comprend, dès lors, que celles-ci n'ont pas besoin d'offrir des poids considérables puisque leur unique rôle est d'empêcher la mise en action des muscles extenseurs.

Ce sont encore les Suédois qui, ayant déterminé la situation du centre de gravité du corps au niveau de la onzième vertèbre dorsale, ont imaginé de fixer cette vertèbre, au moyen d'une position initiale donnée : la position du *garde à vous* par exemple. La onzième vertèbre étant fixée, on a ainsi un point d'appui statique sur lequel pourront se greffer des mouvements dynamiques. « Le sport commence au moment précis où le centre de gravité du corps n'est plus fixé, c'est-à-dire dès que la onzième dorsale est mobilisée ¹. »

La fixation de cette onzième dorsale a une grande importance en éducation respiratoire. N'oublions pas, en effet, que le diaphragme, de même que les muscles psoas, prennent à son niveau de puissantes insertions. Partant d'un point d'appui pédestre, obtenu par un rigide *garde à vous* qui fait contracter le psoas, on fixe la onzième dorsale ; le

1. TISSIÉ, *L'Education physique et la race*. Flammarion, Paris, 1921, p. 11.

diaphragme, disposant alors d'un solide point d'appui, pourra se contracter avec le maximum d'efficacité. La conséquence immédiate est qu'un mouvement respiratoire rationnel utilisera, pendant la durée de l'inspiration, une position solide, telle que celle donnée par le *garde à vous*, et non pas l'élévation sur la pointe des pieds qui a été préconisée par certains.

TISSIÉ, qui s'est fait en France le défenseur de la gymnastique suédoise, compare ainsi les deux méthodes :

« La gymnastique JAHN-AMOROS, de suspension aux agrès, en imposant la force au sternum et la souplesse à l'omoplate, violente la nature ; la gymnastique suédoise, en facilitant la souplesse au sternum, respecte et sert la nature en restant dans les principes indiqués par l'anatomie. (L'omoplate est un os spécialement conformé pour assurer la force dans la souplesse ; le sternum est conformé pour assurer la souplesse dans l'élasticité.) La méthode suédoise s'adresse surtout à l'omoplate ; la méthode de JAHN-AMOROS s'adresse systématiquement au sternum. La lutte entre les deux écoles se résume donc dans la lutte entre deux os : l'omoplate, avec la Suède ; le sternum avec l'Allemagne et la France. L'anatomie biologique tranche la question en faveur de la Suède. »

En outre, au point de vue respiratoire, les exercices des jambes et la course en particulier, mettant en action un plus grand nombre de muscles, sont beaucoup plus efficaces que les exercices d'agrès qui laissent la respiration dans un calme relatif.

En 1897, le docteur F. LAGRANGE avait, lui aussi, comparé les deux méthodes et il écrivait : « En France, nous ne savons mettre le soufflet pulmonaire en jeu qu'indirectement, à l'aide de mouvements capables de déterminer dans l'ensemble de l'organisme cet effet général, qui est

la *soif d'air*. Il existe des procédés de gymnastique respiratoire plus directs et en même temps plus doux. Nous ne sommes pas encore familiarisés, en France, avec ces procédés. C'est à la gymnastique suédoise qu'il faut en emprunter la description. »

IV. — LES CONTEMPORAINS.

Cependant, durant le cours du XIX^e siècle, des savants français s'étaient livrés à de multiples recherches sur la fonction respiratoire. C'est ainsi que GREHANT, Paul BERT, MAREY et son élève DEMENY, Fernand LAGRANGE, apportèrent à cette étude leur contribution consistant en des bases scientifiques immuables.

Georges DEMENY (1850-1917) fut le véritable chef de l'école française d'éducation physique. Physiologiste et expérimentateur de talent, il se consacra tout entier à « rechercher les meilleures conditions de développement et de vigueur corporelles pour en profiter et en faire profiter les autres ». Il publia de nombreux ouvrages dont les plus importants sont : *Bases scientifiques de l'Education physique* et *Mécanisme et Education des mouvements*. Pendant quatorze ans, il étudia les mouvements du corps humain, avec des appareils de son invention et lui-même servant de sujet d'expérience. C'est le champion de la méthode expérimentale.

On peut voir, dès l'aurore du XX^e siècle, toute une pléiade d'écrivains mettre à profit, d'une part les recherches scientifiques de nos savants, d'autre part les principes de l'École suédoise. Citons entre autres :

VILLEMIN, MAUREL, de Toulouse ;

Maurice FAURE ;

GLENARD, THOORIS et DAUSSAT, qui mettent en évidence et précisent le rôle du diaphragme ;

TISSÉ qui défend la technique suédoise ;

LABOURÉ d'Amiens, qui donne un type de mouvement respiratoire ;

Francis HECKEL ;

GUERMONPREZ, qui fait une étude d'ensemble ;

Raoul d'HEUCQUEVILLE qui consacre une thèse à *L'acte respiratoire, essai sur la rééducation respiratoire* ;

le médecin principal SAVORNIN qui fixe des points de technique ;

le lieutenant de vaisseau HÉBERT qui met au point une « méthode naturelle » par l'entraînement complet ;

M^{me} NAGEOTTE-WILBOUCHEWITCH qui écrit l'article de kinésithérapie respiratoire ¹ ;

M^{me} HOUDRÉ, travailleuse infatigable, ayant un bel esprit de réalisation, etc.

Citons enfin les deux ouvrages les plus importants qui font encore école : La Monographie de DESFOSSES, en collaboration avec M^{me} BURMAN OEBERG : *La gymnastique respiratoire chez les enfants*. Et le volume de G. ROSENTHAL : *Méthode de l'exercice physiologique de la respiration*. Nous devons une mention spéciale à ce dernier auteur, Président de la Société de Kinésithérapie de Paris, qui s'est consacré depuis plus de vingt ans à l'amélioration de la fonction respiratoire. Ses travaux personnels considérables et son ardente conviction en font un des premiers apôtres de l'Éducation respiratoire.

Deux caractéristiques marquent les travaux de la plupart de ces auteurs :

1^o Presque tous envisagent des sujets malades ou, pour le moins, très faibles ;

2^o Leur méthode a pour base essentielle l'inspiration.

1. Dans la *Physiothérapie* de la bibliothèque de thérapeutique Gilbert et Carnot (Baillière et fils).

M^{me} NAGEOTTE-WILBOUCHEWITCH fait une étude remarquable de la kinésithérapie respiratoire. La méthode qu'elle enseigne dérive directement des principes suédois ; pourtant, le temps expiratoire ne retient son attention que dans le cas des asthmatiques, seule catégorie de sujets à qui elle fait pratiquer une expiration forcée.

DESFOSSÉS dit, en substance, ceci : L'inspiration étant active et l'expiration passive, il importe, pour faire une gymnastique respiratoire physiologique, donc rationnelle, de ne pas contrecarrer ses principes naturels. Il s'occupe peu de l'expiration, phénomène passif, et porte toute son attention sur l'inspiration. Sa gymnastique consiste à développer par des exercices appropriés les muscles inspireurs.

ROSENTHAL énonce le principe fondamental suivant : « Tout organisme qui fonctionne contrairement aux règles de la nature se détériore. » Mais, plus loin, il admet qu'il faut « veiller à exercer l'inspiration comme l'expiration »¹.

M^{me} HOUDRÉ est aussi partisan d'une gymnastique inspiratoire ; elle a même fait construire un spiromètre, qui, à l'inverse des autres, donne lecture, non pas des quantités d'air expirées mais des quantités inspirées. Le docteur Houdré s'adresse, il est vrai, à des malades, et même à une catégorie bien spéciale, puisqu'il s'agit en l'espèce d'enfants scoliotiques emprisonnés dans des corsets plâtrés. (L'enfant scoliotique est mis dans un corset plâtré ; une fenêtre est pratiquée dans ce corset au niveau de l'hémithorax en retrait ; on fait pratiquer des exercices inspiratoires et l'on voit l'hémithorax en retrait se développer, parce qu'il n'est pas comprimé par le plâtre et qu'il fonctionne par suppléance².) On conçoit qu'en pareil cas, une

1. ROSENTHAL, *loc. cit.*, p. 337.

2. *Technique de la méthode d'Abbott pour le traitement de la scoliose*, par BROCA et HOUDRÉ, monographie n° 78, 1914. Masson.

gymnastique surtout inspiratoire donne d'excellents résultats.

La guerre survint avec ses hécatombes. Le problème vital du *matériel humain* se posa d'effechef avec une acuité angoissante. Notre École nationale de Joinville, sous l'impulsion active de ses chefs militaires, et avec la compétente direction médicale du médecin-major BOIGEY, fit face à la situation. Une nouvelle méthode de gymnastique : *la Méthode française* vit le jour, ne se réclamant d'aucune autre, mais ayant pris à chacune, avec un éclectisme raisonné, ce qu'elle y avait trouvé de meilleur.

« Soucieux des lois mécaniques et physiologiques, on a pris pour base de l'éducation physique, comme AMOROS et HÉBERT, les applications indispensables dans la vie ; on y prépare comme DEMENY par des assouplissements et des exercices éducatifs, choisis expérimentalement et se souvenant du caractère propre à notre race, on augmente l'attrait des leçons par la pratique des sports et des jeux de la vieille France et jeux modernes ¹. »

Il fallait aller vite, et pour ne pas remorquer une quantité de faibles, on créa pour eux les *centres de rééducation physique* (C.R. R. P.). Ces centres se chargent de l'éducation physique d'environ 8 à 10.000 hommes chaque année.

Ainsi débarrassée de ses éléments les plus faibles, l'armée put appliquer *la Méthode*, qui se trouve de la sorte correspondre à une moyenne supérieure à la normale. C'est de cette façon que, se passant de l'éducation respiratoire proprement dite, elle a été amenée à pratiquer les sports comme moyen de développement général et thoracique en particulier.

Dans les centres de rééducation, au contraire, l'éduca-

1. *La méthode française d'éducation physique* de BELLEFON et MARUL. Chiron, édit. 1920, p. 46.

tion respiratoire était à la base de tout. Des médecins-majors, d'un dévouement et d'une conscience à toute épreuve, en surveillaient l'application, développant les cages thoraciques par des manœuvres rationnelles physiologiques. Et c'est seulement, lorsque les perméabilités nasales étaient parfaites, les élasticités thoraciques et les capacités vitales suffisantes, qu'on passait de la méthode éducative aux procédés sportifs, des mouvements respiratoires aux exercices provocateurs de respiration.

On ne dira jamais assez quels excellents résultats furent obtenus dans ces C. R. R. P. où des milliers d'hommes sont entrés, déprimés au physique comme au moral, candidats presque certains à la tuberculose et qui en sont sortis vigoureux et mieux préparés aux luttes de l'existence. La portée de ces résultats est considérable : militaire et patriotique, certes, mais encore et surtout sociale et morale.

L'après-guerre vit surgir une nouvelle série d'auteurs que le problème de la respiration avait séduits :

Ce sont, par exemple, GALLOIS qui dit : « Respirer ne sert à rien, commencez par faire de la place avant de remplir.... Quand on fait le tour de la question, on arrive toujours à cultiver volontairement les muscles expirateurs, le reste s'ensuit. » Gallois donne même une méthode d'entraînement qui peut servir en même temps de critère : « Je fais compter à mi-voix 1, 2, 3, 4, 5, etc., en articulant rapidement, mais sans bredouiller, jusqu'à épuisement d'un seul mouvement d'expiration, cette expiration étant poussée aussi loin que possible. » L'expérience apprend que ceux qui peuvent atteindre le chiffre 100 sans reprendre

haleine doivent être considérés comme doués d'une ample capacité pulmonaire.

Puis vient M. H. FROSSARD, Préparateur à la Sorbonne, qui a préconisé ¹ une éducation respiratoire basée sur l'aérodynamique : la phonothérapie, dans laquelle il reprend l'usage du chant jadis introduit par AMOROS.

Les muscles orbiculaires et buccinateurs auraient, dit-il, une action excitante sur les muscles expirateurs par deux réflexes : l'un orbiculo-costo-diaphragmatique, l'autre buccinato-costo-diaphragmatique. Ainsi la contraction de l'orbiculaire et du buccinateur provoquerait la contraction synergique des autres muscles expirateurs.

Enfin un livre récent de PESCHER : *l'Entraînement respiratoire par la méthode spirosopique*, s'adresse presque uniquement à des malades et développe l'expiration seule. « C'est une erreur de croire, dit-il, qu'on peut entraîner efficacement l'inspiration, c'est-à-dire la respiration elle-même, d'une manière directe. On l'entraîne autant qu'on veut, mais par la manière indirecte, *par les expirations*, graduellement prolongées, qui nécessitent au préalable et surtout qui exigent après elles des inspirations de même volume. »

Ces derniers auteurs, et Tissié avec eux, pensent que dans la respiration il faut surtout considérer l'expiration : on prend toujours assez d'oxygène, disent-ils, mais on n'expulse pas suffisamment d'acide carbonique. A la fin d'une expiration normale, il reste encore trois litres d'air dans le poumon ; il est rationnel de chercher à faire d'abord partir cet air avant d'en emmagasiner à nouveau.

Si l'on pratique une expiration forcée, on chasse l'air de réserve ; il y a alors appel d'air dans le poumon, qui

1. Société française de Physiothérapie (Communication du 3 février 1922).

se remplit aussitôt d'air neuf au cours de l'inspiration suivante. On gagne de ce seul fait 1 litre 500 d'air neuf à chaque respiration ; sans préjudice du gain que l'on pourra faire en reculant petit à petit les limites de l'air résiduel. Car il est hors de doute que, chez un sujet qui s'entraîne, l'air résiduel devient progressivement moins considérable. On ne peut manquer d'être séduit par ce raisonnement qui montre :

du côté de l'inspiration, les progrès arrêtés par la limite d'élasticité du thorax ;

du côté de l'expiration, au contraire, une barrière mobile que des exercices répétés peuvent reculer petit à petit permettant d'escompter ainsi des gains très appréciables de capacité vitale.

Cette méthode a été vivement critiquée. On lui reproche d'être empirique et antiphysiologique, car avec elle l'expiration, de passive qu'elle était, devient active et l'inspiration au contraire devient passive. Ses partisans en défendent le bien fondé et disent : voyez le soupir, cette sorte d'expiration forcée qui n'est que la recherche instinctive d'un mieux être lorsqu'on est abattu. Voyez le rire, cette autre variété d'expiration, dont les effets sont si utiles après un bon repas, par exemple.

L'exemple des sourds-muets, donné par Fernand LAGRANGE ¹, vient encore appuyer leur argumentation. Cette catégorie d'individus était autrefois notablement prédisposée à la tuberculose, car, du seul fait de leur mutité, leurs poumons étaient affaiblis, diminuaient de volume et avaient une nutrition languissante qui les prédisposait à l'invasion des tubercules. Or, on sait qu'actuellement on n'enseigne plus seulement aux sourds-muets à parler par la mimique, mais qu'on les amène encore à prononcer des mots suffisamment articulés et intelligibles.

1. F. LAGRANGE, *L'hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens*, 6^e édit. Paris, 1896,, p. 73.

« Pour arriver au résultat du langage parlé des sourds-muets, une première difficulté a dû être vaincue : c'est la faiblesse de la respiration. Elle ne permettait pas à l'enfant de chasser l'air de sa poitrine avec assez d'énergie pour faire vibrer les lèvres et la langue, et pour donner un son à la parole articulée. Il était nécessaire, avant toutes choses, de fortifier l'organe respiratoire et de le faire fonctionner avec plus d'énergie. Il fallait exercer le poumon. Le mode d'entraînement a été bien simple. Une bougie allumée est présentée à l'enfant qui s'efforce de l'éteindre en soufflant dessus. Aussitôt qu'il a réussi, l'exercice recommence, mais d'un peu plus loin. En éloignant progressivement la bougie, on arrive peu à peu à demander des efforts d'expiration de plus en plus grands. Les progrès de l'enfant sont généralement très rapides : après quelques semaines de cet exercice, son souffle est assez fort pour faire vibrer les organes de la parole avec une sonorité suffisante. A ce moment, il n'a plus besoin d'autre gymnastique respiratoire : la parole suffit. »

En résumé, il faut retenir l'excellence des principes des *rationalistes* et des *éclectiques* ; ils ne s'opposent pas comme les inévitables luttes d'écoles ont cherché à le montrer, ils marchent de pair et pourraient se compléter davantage de façon heureuse.

Récemment, une mission française fut détachée en Suède et en Hollande, pour y étudier le système de culture physique en honneur dans ces pays. A son retour, cette mission fut envoyée à Joinville et, pendant quelques semaines, une discussion s'engagea sur les mérites respectifs des deux méthodes. Dans un article, communiqué à la presse en août 1922, le commandant BESNARD, chef de la Mission française, donne les conclusions suivantes que nous reproduisons :

La méthode suédoise, il faut le reconnaître, est la plus scientifique, mais elle prête le flanc à un grave reproche, celui d'être ennuyeuse et de ne pas convenir à notre tempérament qui aime le mouvement, le plaisir et le sport. La gymnastique de LING a fait

long feu en France avec le règlement de 1910 ; il nous faut une méthode, au besoin moins précise, mais plus vivante et plus gaie.

La méthode de Joinville a beaucoup emprunté à HEBERT ; elle s'inspire du plan de sa leçon et de ses principes, mais elle utilise des procédés moins violents et plus progressifs.

La leçon française est complète, graduée en intensité, attrayante et utilitaire. Tandis que la leçon suédoise comporte surtout des mouvements artificiels et correctifs, la nôtre consacre seulement le quart de la séance, sous le nom de mise en train, à des assouplissements libres qui comprennent : des mouvements de bras, de jambes, du tronc, de la cage thoracique, combinés et dissymétriques. La leçon proprement dite consiste à exécuter huit séries d'exercices naturels et utilitaires (marcher, grimper, courir, lever et porter, sauter, lancer, attaquer et se défendre, nager) ; ces mouvements s'inspirent de l'homme primitif.

Les huit exercices naturels qui composent la leçon sont exécutés sous deux formes : 1^o mouvements éducatifs destinés à préparer aux applications sportives et à donner du style aux athlètes ; 2^o exercices d'application pure.

Les mouvements respiratoires terminent la séance.

L'éducation physique ainsi présentée n'a pas la rigueur et la précision de la gymnastique scandinave, mais elle est attrayante et s'adapte bien au caractère national ; elle développe l'adresse, la hardiesse des gymnastes et prépare aux applications professionnelles et sportives.

Tout en acceptant ces conclusions, nous regrettons qu'on n'ait pas conservé les seuls exercices faisant travailler systématiquement les groupements musculaires qui président à la respiration. Ces muscles, en effet, ne peuvent être entraînés que par des mouvements artificiels. Cet emprunt, ainsi limité, n'aurait pas été fastidieux et aurait complété très heureusement la méthode française en lui donnant un champ d'action plus étendu.

CHAPITRE IV

LES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES D'URGENCE

I. — DONNÉES GÉNÉRALES.

Nous réservons le terme de *mouvements respiratoires* aux procédés respiratoires destinés à combattre l'essoufflement. Cette expression éveille l'idée d'un mode respiratoire particulier ; elle fait mieux comprendre que dans l'essoufflement les temps respiratoires seuls sont importants et qu'ils ne doivent pas s'accompagner d'exercices.

Nous emploierons, au contraire, l'épithète d'*exercices respiratoires* pour désigner des exercices gymniques variés, comprenant non seulement la succession des temps respiratoires, mais encore des exercices *éducatifs*, destinés à développer divers groupes musculaires qui ont évidemment des rapports directs avec la respiration, mais qui ne sont pourtant pas la respiration elle-même.

Les *mouvements respiratoires d'urgence* sont ceux que doivent pratiquer les athlètes et les sportifs, en cours ou en fin d'exercices, pour lutter contre l'essoufflement ou pour en retarder l'apparition des symptômes. Toute personne essoufflée par un effort en est également justiciable ; nous dirons même que les sujets les moins sportifs, ceux qui ne sont pas entraînés, ceux qui ont des capacités vitales très limitées, pourront plus que d'autres en bénéficier ; car, chez eux, le plus léger effort amènera de l'essoufflement. Quoi de plus banal que la montée d'un escalier ou la pour-

suite d'un tramway, et combien rapidement la respiration devient alors haletante, s'accompagnant d'un malaise général. Ce malaise est passager, il est vrai, mais puisqu'il existe des moyens simples d'en réduire notablement la durée, pourquoi ne pas les employer ?

Ces mouvements, ayant pour but de réoxygéner le sujet dans le minimum de temps, seront donc en quelque sorte des *mouvements d'urgence*, bien différents, on le conçoit, d'*exercices éducatifs*.

L'essoufflement est un état surtout caractérisé par une grande fréquence des mouvements respiratoires et par une inversion des rapports normaux entre l'inspiration et l'expiration ; celle-ci devenant insuffisante, la ventilation pulmonaire diminue. L'inspiration qui, normalement, a une durée deux fois moindre que l'expiration, devient plus prolongée, en même temps que l'expiration se fait au contraire plus brève. Si l'essoufflement grandit, l'inspiration a une durée qui dépasse celle de l'expiration et qui peut même devenir deux ou trois fois plus grande. La première se fait très facilement, elle est profonde, alors que la seconde est en quelque sorte escamotée.

Cette perturbation du rythme respiratoire est due à l'accumulation de l'acide carbonique dans l'organisme et, parallèlement, à un déficit d'oxygène. On sait, en effet, que les muscles en travaillant consomment de l'oxygène, et que l'acide carbonique est le produit ou mieux le déchet de cette sorte de combustion tissulaire. On a vu d'autre part que l'acide carbonique, dissous dans le sang, avait la propriété de mettre en jeu le centre nerveux respiratoire bulbaire, et que son effet produisait, par voie réflexe, la mise en action des muscles inspireurs. Ce processus qui, à l'état normal, protège l'organisme, va s'exagérer dans l'essoufflement et lui devenir nuisible. Lorsque la

quantité d'acide carbonique produit augmente, par suite d'un travail musculaire plus considérable, l'excitation du bulbe augmente elle aussi dans les mêmes proportions, et les muscles inspireurs, commandés par le bulbe, ont une fréquence et une durée de contraction plus grande.

Ce que l'inspiration, phénomène actif, gagne ainsi, ne peut l'être qu'au détriment de l'expiration, phénomène passif. Le temps d'expiration diminuant progressivement, l'acide carbonique produit dans les poumons n'a plus le temps d'être chassé, car il se trouve refoulé par un nouveau courant d'air inspiratoire. La faible quantité d'air expiré chaque fois correspond à peine au volume d'air à peu près pur, contenu dans les voies respiratoires supérieures : bouche, pharynx, trachée. Comme, d'autre part, un récipient plein, eût-il même l'élasticité des poumons, ne peut se remplir indéfiniment, le réflexe bulbaire continuant à fonctionner aboutit à un résultat inverse de celui cherché : l'acide carbonique ne peut plus sortir et l'oxygène ne peut pas rentrer. Si l'effort se poursuit malgré l'essoufflement, la syncope ne tarde pas à se produire.

Au lieu de la syncope, on peut voir survenir cet état de prostration et d'insensibilité si fréquent chez les coureurs qui viennent de fournir un grand effort ; l'acide carbonique est, en effet, un poison toxique agissant sur l'organisme comme un anesthésique et diminuant l'excitabilité du système nerveux.

La connaissance de ce mécanisme explique que l'essoufflement se produit d'autant plus rapidement, qu'un nombre plus considérable de muscles a été mis en action ; car il y a davantage d'oxygène consommé, et davantage d'acide carbonique produit. « Des actes musculaires limités, écrit BOIGEY, comme le grimper ou l'exercice des haltères, fatiguent les muscles qui travaillent bien avant de provo-

quer l'essoufflement ; au contraire, des actes musculaires généraux, comme la course à pied, essoufflent bien avant que la moindre fatigue n'apparaisse dans les muscles ¹. »

La théorie de l'essoufflement que l'on vient de lire est la théorie classique, il est intéressant de donner maintenant les idées de H. MAGNE telles qu'elles semblent découler de ses travaux originaux :

« Dans l'essoufflement, dit-il, la respiration n'est pas difficile, mais elle nous semble insuffisante, malgré sa vitesse à assurer l'hématose. Nous avons une impression d'asphyxie par défaut d'oxygène ou par excès d'acide carbonique ; c'est ce que croyait Lagrange.

« Impression trompeuse ; non seulement l'individu essoufflé ne souffre pas de la privation d'oxygène, il en a dans ses poumons à ne savoir qu'en faire, son sang en est saturé, il n'est pas cyanosé. Il n'est pas, non plus, intoxiqué par l'acide carbonique qu'il produit : ses poumons et son sang en renferment souvent moins qu'à l'état normal, quand il est au repos, parfaitement tranquille. »

Puisqu'il n'y a pas asphyxie, quelle est donc la cause de cette ventilation exagérée, paradoxale ? L'auteur donne deux explications.

1^o INTOXICATION DU CENTRE RESPIRATOIRE.

D'une part, MAGNE déduit de ses expériences que le sujet non entraîné s'essouffle parce qu'il n'a pas, comme le sujet entraîné, la faculté d'éliminer l'acide carbonique à une concentration élevée ; il lui faut dès lors une ventilation très forte pour éliminer cet acide carbonique qu'il ne peut concentrer à un taux suffisant.

D'autre part, dans les expériences signalées, on voit toujours apparaître simultanément trois phénomènes :

- a) le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ (rapport entre l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé) s'élève au-dessus de l'unité ;
- b) la concentration de l'acide carbonique baisse dans l'air expiré ;
- c) l'essoufflement survient.

L'apparition simultanée des deux premiers phénomènes semble paradoxale, puisque la fraction s'élève, bien que son numérateur baisse et que son dénominateur ait plutôt tendance à augmenter.

1. BOIGEY, *Physiologie générale de l'Education physique*. Payot, Paris, 1920, p. 49.

MAGNE résume ces faits en disant : « Chez l'individu essoufflé, il n'y a aucune relation entre la teneur de l'air expiré en acide carbonique et la valeur de la ventilation ; celle-ci augmente même quand celle-là diminue. »

Il explique d'ailleurs ces phénomènes en apparence paradoxaux.

« Pendant le travail exagéré, dit-il, le muscle surchargé laisse passer dans le sang des produits de dédoublement incomplètement oxydés, de l'acide lactique en particulier, qui intoxiquent le centre respiratoire. Leur action s'ajoute à celle de l'acide carbonique et, comme ils ne sont pas gazeux, ils ne peuvent s'éliminer aussi par le poumon ; la ventilation s'accroît, bien que la quantité d'acide carbonique baisse dans l'air expiré et c'est pourquoi le sujet qui s'essouffle paraît, comme nous l'avons dit, ne pouvoir éliminer l'acide carbonique à une concentration élevée... »

« L'essoufflement est donc la manifestation d'une *intoxication du centre respiratoire par les produits dérivés de l'activité des muscles* faisant un travail trop fort pour eux. Nous connaissons les auteurs du délit : métabolites musculaires acides ; il s'en déduit un moyen de les supprimer : *entraîner le muscle au travail.* »

2° SENSIBILITÉ DU CENTRE RESPIRATOIRE.

Nous ne reviendrons pas sur cette question dont il a déjà été fait mention à la fin du chapitre II à propos de l'excitabilité bulbaire.

La méthode expiratoire, que nous préconisons pour lutter contre l'essoufflement, n'est pas en contradiction avec les nouvelles données de H. MAGNE. Car s'il est vraisemblable que les expirations forcées facilitent l'expulsion de l'acide carbonique, elles restreignent aussi le nombre des inspirations, plus nuisibles en l'espèce que les expirations. Cette méthode, obligeant à prolonger le temps expiratoire et à lutter contre le réflexe inspireur, a en outre l'avantage de diminuer l'excitabilité bulbaire.

Les faits sont là également qui nous montrent le bénéfice qu'on retire des mouvements expirateurs dans l'essoufflement.

H. MAGNE reste d'ailleurs partisan d'un entraînement respiratoire. « L'entraînement respiratoire proprement dit, écrit-il, pour donner tout son effet, doit s'accompagner d'un entraînement cardiaque et d'un entraînement respiratoire concomitants. A vrai dire, ces deux derniers existent toujours en conséquence du premier, mais, comme les appareils respiratoire et circulatoire ne sont que

les serviteurs des muscles, au cours de l'entraînement musculaire pur, leurs développements ne font que suivre le sien ; ils sont toujours à la remorque¹. »

II. — LA LUTTE CONTRE L'ESSOUFFLEMENT.

Comment a-t-on lutté jusqu'ici contre l'essoufflement ? Les manuels reconnaissent l'opportunité de mouvements respiratoires pour combattre l'essoufflement ; mais ils recommandent des mouvements inspiratoires variés ; et pourtant, s'il y a déficit d'oxygène dans l'organisme, c'est surtout parce que l'acide carbonique ne peut pas sortir pour lui céder la place. En outre, il ne s'agit pas, en cas d'urgence, de mettre en œuvre des procédés successifs, mais bien de choisir le meilleur et de s'y tenir.

Les Suédois ne font pas davantage de distinction entre les mouvements respiratoires d'essoufflement et les exercices éducatifs. Peut-être pensent-ils, qu'en éducation physique, on ne doit jamais arriver au stade d'essoufflement. Mais quel est le sauteur qui ne cherche pas de suite à sauter le maximum ? Quel est le coureur qui n'a l'impatience curieuse de connaître sa performance, et la volonté constante de battre ses propres records ?

Si l'on ne devait jamais arriver au stade d'essoufflement, il faudrait supprimer aussitôt toutes les épreuves sportives, toutes les compétitions, et celles de courses en particulier. Car si, dans les épreuves de fond, des athlètes très

1. H. MAGNE, Recherches sur la dépense d'énergie dans la marche de l'homme en terrain horizontal ou incliné (*Journ. de Physiol. et de Path. génér.*, 1154, 1920).

Recherches sur les modifications des phénomènes respiratoires que produit chez l'homme le travail musculaire. Applications à l'étude de l'entraînement et de la fatigue (*Notes et Mémoires de l'Institut Lannelongue d'hygiène sociale*, 2^e série, 1921).

Les modifications des échanges respiratoires pendant l'exercice musculaire (*Ibid.*, 3^e série, 1922).

entraînés sont arrivés à stabiliser leur respiration et à reculer presque indéfiniment la venue de l'essoufflement, un tel résultat est absolument impossible dans toute épreuve de vitesse.

Dans la gymnastique-suédoise, on ordonne d' « élever les bras et de les porter en arrière, puis en bas, en leur faisant décrire un grand mouvement de circumduction qui produit le soulèvement de la poitrine, par l'action presque passive des muscles qui s'attachent aux côtes et à l'humérus... Ce mouvement est très efficace pour apaiser la soif d'air excessive qui suit quelquefois les exercices violents et pour faire cesser l'essoufflement ¹ ». Tantôt les Suédois recommandent la fixation de la onzième dorsale, tantôt ils recommandent l'élévation sur la pointe du pied.

Il nous est arrivé souvent de voir, à l'arrivée d'une course, les coureurs se livrer d'eux-mêmes, ou sur les conseils d'un instructeur, à des mouvements de circumduction des bras. Ces mouvements désordonnés augmentent encore l'empoisonnement de l'organisme, puisqu'ils ajoutent de nouvelles quantités d'acide carbonique, au lieu d'en expulser. Ces sujets, qui souffrent d'une trop rapide succession de mouvements respiratoires, s'efforcent encore d'augmenter leur diamètre thoracique ; et comme ils ne peuvent pas résister au réflexe bulbaire, on peut les voir exécuter jusqu'à deux ou trois respirations, et donc autant d'expirations, pendant la durée d'un seul mouvement de circumduction des bras. C'est assez dire que de tels exercices ne peuvent que contrarier le retour au calme.

Comment allons-nous donc lutter contre l'essoufflement ?

1. F. LAGRANGE, *La médication par l'exercice*, pp. 461, 462.

Là encore, il faut distinguer suivant que le sujet se trouve en cours ou en fin d'exercices.

Il est curieux de constater à ce propos comment on s'est ingénié, dans les milieux sportifs, à lutter contre l'essoufflement, et à quel point des méthodes plus ou moins empiriques ont donné d'heureux résultats.

Les sportifs se sont bien rendu compte que la compression d'air dans les poumons, obtenue par la fermeture de la glotte et la contraction des muscles expirateurs, immobilisait complètement le thorax, et que ce dernier servait alors de point d'appui fixe aux membres qui s'y rattachent et qui jouent le rôle de levier. C'est ainsi, qu'avant un lever de poids, l'homme prend une forte inspiration, qu'il conserve jusqu'au moment où le poids dépasse le niveau des épaules; l'expiration a lieu lorsque les bras sont levés au-dessus de la tête.

Mais ce sont surtout les coureurs à pied qui fournissent des observations intéressantes :

Dans la course de vitesse, pratiquée sur 100 mètres, certains champions couvrent la distance sans respirer; au départ, une inspiration profonde procède à l'emmagasinage de l'air et crée ainsi un point d'appui fixe (la cage thoracique) maintenu pendant les 11 ou 12 secondes que dure l'exercice.

Il est bon d'ajouter qu'un tel effort est très exceptionnel et ne se rencontre que chez des sujets qui s'y sont entraînés progressivement par une éducation respiratoire rationnelle et qui possèdent, en outre, des poumons et une cage thoracique d'une ampleur et d'une souplesse remarquables.

Le coureur de fond Jean BOIN (tué glorieusement à Flirey en 1915), le premier athlète qui ait fait triompher les couleurs françaises aux Olympiades internationales

de Stockholm, pratiquait toujours ce qu'il appelait l'*égalité des temps*. Il s'attachait à donner à l'expiration la même durée qu'à l'inspiration ; ce qui revient à dire qu'il luttait pour prolonger la première, dont il avait saisi toute l'importance, au détriment de la seconde qu'il abrégeait d'autant.

D'autres coureurs rythment leur respiration d'après le nombre de foulées : inspirant, par exemple, pendant 3 ou 4 pas, expirant pendant les 3 ou 4 suivants.

En fin d'exercices, le seul moyen rationnel de recouvrer rapidement une respiration normale, consiste à exécuter une série d'expirations forcées : il faut d'abord chasser l'acide carbonique.

Nous avons connu, au centre régional d'instruction physique du XIV^e corps, BERTAL, champion de boxe de Provence et champion de France militaire. Il nous a confié que, durant les intervalles de repos qui séparent les rounds, il portait toute son attention sur ses expirations, qu'il s'efforçait de pousser aussi à fond que possible. Pour mieux aider la sortie de l'acide carbonique, il pratiquait des expirations violemment soufflées, par saccades successives, en se comprimant énergiquement la base de la cage thoracique, ou en se la faisant comprimer par un aide. Ce boxeur, dont nous avons fréquemment pris des tracés en cours d'exercices, arrive ainsi, à l'issue de quatre rounds successifs, à reprendre son rythme respiratoire normal en moins d'une minute. Son rythme circulatoire revient à la normale entre deux et quatre minutes.

III. — RECHERCHES PERSONNELLES.

Nous nous sommes livré à quelques recherches pour

arriver à déterminer, de la façon la plus précise possible, la modalité qu'il fallait donner à de tels exercices expiratoires.

Après avoir choisi quelques jeunes soldats non entraînés, employés au C. R. I. P. de Lyon, nous leur avons fait exécuter une épreuve de course de 400 mètres, épreuve particulièrement dure, exigeant à la fois du fond et de la vitesse. A l'issue de la course, nous prenions aussitôt une série de tracés, nous aidant d'un chronomètre enregistreur, d'un tambour et d'un cylindre enregistreur de MAREY et d'un procédé pneumographique ultérieurement décrit. Tous les deux ou trois jours, nous recommençons la même épreuve, dans des conditions identiques, mais en variant chaque fois les modes expiratoires. Ainsi, une première fois, nous laissons la respiration revenir à la normale sans mouvements respiratoires (expérience I). Une deuxième fois, nous faisons exécuter au sujet des mouvements respiratoires sans chercher à travailler un temps plus qu'un autre (expérience II). Une troisième fois, au contraire, nous lui faisons exécuter des mouvements en poussant plus particulièrement le temps expiratoire (expérience III).

Au lieu de nous servir du pneumographe de Marey, ordinairement employé, nous avons préféré utiliser les variations de pression subies par un volume d'air constant, enfermé dans une manchette caoutchoutée. La manchette de l'oscillo-sphygmomanomètre « Pâchon » remplit les conditions voulues. C'est elle dont nous nous sommes servi pour prendre nos tracés d'expansions thoraciques.

La manchette n'étant pas assez longue pour embrasser tout le thorax, on l'applique au moyen de deux courroies ceinturantes. Les boucles des deux courroies doivent être préalablement fixées aux contre-sanglons de la manchette ; de la sorte, pour mettre cette dernière en place, il suffit de fixer les extrémités libres des deux courroies aux deux boucles de la manchette.

On peut appliquer la manchette : soit sur la face antérieure et

supérieure du thorax, si l'on recherche l'expansion costale supérieure ; soit latéralement sur les bases thoraciques droite et gauche, si l'on recherche l'expansion costale inférieure. Celle-ci est toujours supérieure chez l'homme à l'expansion costale supérieure, c'est donc elle qui doit donner les meilleurs tracés.

Lorsque la manchette est en place, il suffit de relier son orifice, au moyen d'un tube en caoutchouc, à l'orifice du tambour inscripteur pour faire fonctionner ce dernier.

Le minime volume d'air qui est toujours contenu dans la manchette est suffisant pour le fonctionnement de l'appareil. Si on voulait introduire une quantité d'air supplémentaire dans la manchette avant de la relier au tambour inscripteur on risquerait de détériorer celui-ci.

Nous trouvons à l'emploi de la manchette de nombreux avantages :

1^o La mise en place est beaucoup plus rapide que celle du pneumographe de Marey. Ceci permet de prendre le tracé des perturbations respiratoires plus près de l'instant où elles sont à leur maximum.

2^o Sa surface d'application est plus étendue que celle du pneumographe de Marey.

3^o Sa sensibilité aux modifications de la cage thoracique est bien supérieure.

4^o Les tracés obtenus se lisent plus aisément puisque la courbe ascensionne lors de l'inspiration et descend au moment de l'expiration.

Nous avons pris des tracés comparatifs ; ils ont tous été à l'avantage de la manchette. Celle-ci nous a toujours donné des résultats concordants ou comparables pour un même individu et pour une surface d'application identique.

Pour fixer les idées, donnons, par exemple, les résultats obtenus avec un de ces sujets :

G....., 21 ans, à l'état normal :

17 respirations par minute,

75 pulsations cardiaques par minute.

Dans l'expérience I, après 20 minutes, le sujet n'était pas encore revenu à un rythme normal, son pouls était

Temps après la fin de la course.	Respirations par minute			Pulsations cardiaques par '		
	Expér. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
1'30''	..	18	12	120	116	120
3'	24	..	..	..	..	..
5'	..	18	18	116	110	116
6'	22	..	..	..	..	..
8'	..	18	17	108	104	100
10'	20	17	17	..	..	..
15'	20	17	17	108	96	96
20'	18	17	17	100	92	88

encore à 100. Dans l'expérience II, après 10 minutes, le rythme respiratoire était redevenu normal, mais après 20 minutes, le pouls était encore à 92 et l'étude du tracé montrait que, s'il n'y avait plus que 17 respirations par minute, ces respirations étaient encore saccadées et amples.

Dans l'expérience III, le rythme était redevenu normal dès la huitième minute, tandis qu'après 20 minutes, le pouls était à 88 et le tracé montrait une respiration moel-leuse absolument normale, les temps respiratoires étant reliés entre eux par des courbes et non plus par des angles (voir le tracé ci-joint pris au cours de l'expérience III).

La première ligne du tracé est prise une minute 30 secondes après la fin de la course, pendant que le sujet accomplit ses mouvements expiratoires. Remarquons les deux parties nettement différenciées de la courbe expiratrice : la première descend presque verticalement, elle se réunit à la seconde, presque horizontale celle-ci, par un ressaut ins-piratoire. Si la volonté du sujet n'était pas intervenue pour prolonger l'expiration, l'inspiration suivante aurait eu lieu à l'endroit de ce ressaut ; on peut se rendre compte que le temps inspiratoire aurait eu alors une durée deux fois plus grande que celle du temps expiratoire. La petite

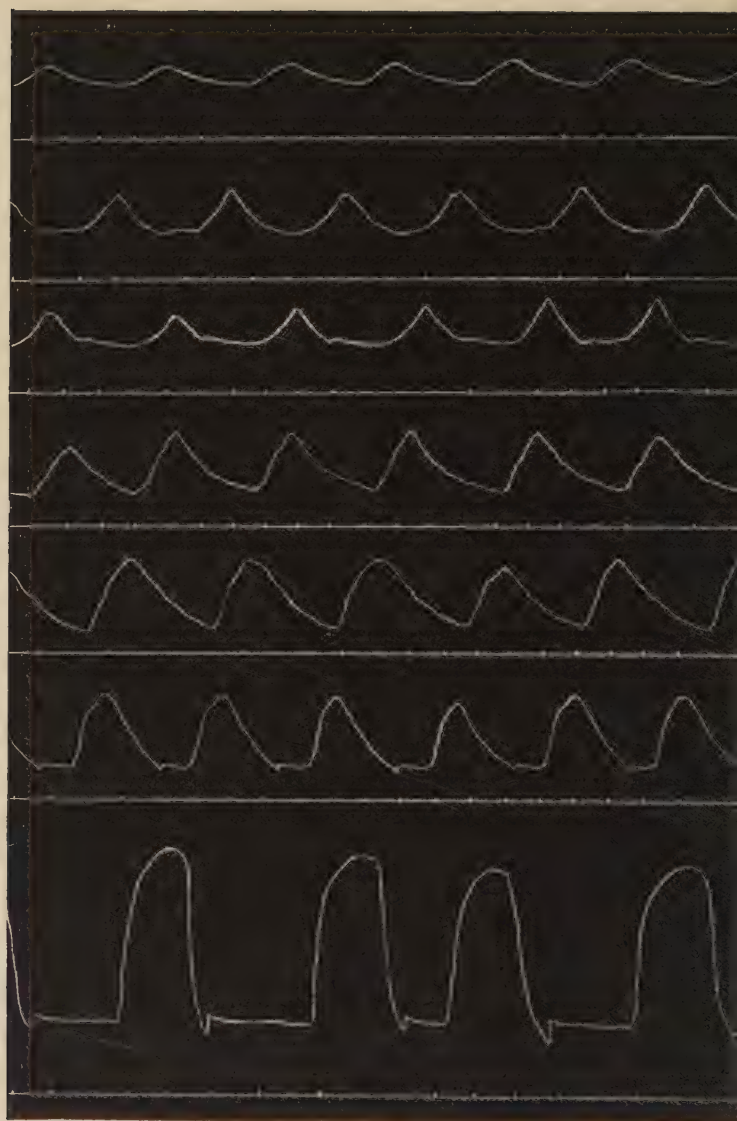
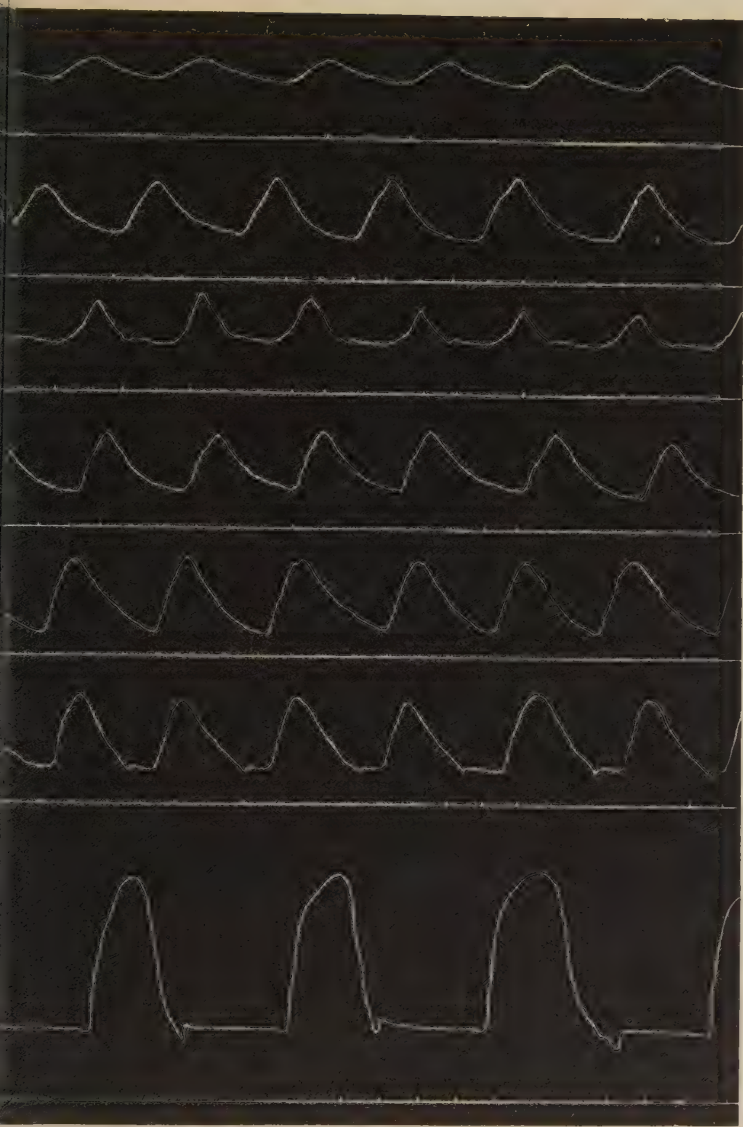


Fig. 5. — Tracés pneumographiques obtenus à



de la manchette au cours de l'expérience III.

reprise inspiratoire, indiquée par le ressaut précédent, s'est faite sans la volonté du sujet, qui s'efforçait seulement de prolonger son expiration; comme si un nouvel élan était nécessaire pour effectuer cette prolongation.

La deuxième ligne du tracé est prise 5' après la fin de la course; à cet instant, les exercices expiratoires, dont la durée n'a pas excédé une minute, sont terminés, et le sujet respire sans aucune contrainte. Néanmoins, il est encore sous l'influence inconsciente des mouvements qu'il vient de pratiquer: le rapport des temps est normal, l'expiration est naturellement profonde, mais elle est encore interrompue par le même petit ressaut inspiratoire.

Les troisième, cinquième, sixième et septième lignes du tracé sont toutes à la même cadence de 17 respirations par minute; mais seule la septième ligne (la dernière) donne l'image d'une respiration véritablement normale avec retour au calme complet.

D'autres tracés nous ont montré qu'au delà de certaines limites, il ne servait à rien de prolonger l'expiration; l'effort fourni pour chasser l'acide carbonique va en croissant, tandis que le volume d'air expulsé décroît; il arrive un moment où l'énergie dépensée n'est plus en rapport avec le gain obtenu.

Dans des mouvements de cette sorte, il n'est pas question de faire l'éducation respiratoire du sujet, on recherche une ventilation maxima dans un minimum de temps; par conséquent, tout en conservant, si possible, une inspiration nasale, il faudra pratiquer l'expiration buccale, parce qu'elle permet un débit plus considérable et une répétition plus rapide. Dans la gymnastique éducative, où les conditions

sont différentes, nous verrons que l'expiration doit être nasale et nous dirons un mot des polémiques soulevées par cette question.

Le début de l'expiration devra se faire brusquement, avec mise en action des muscles abdominaux. La bouche sera suffisamment ouverte pour ne pas présenter de résistance au passage de l'air. En somme, c'est le même mécanisme que dans la toux, mais sans obturation de la glotte. L'expiration se continuera par deux ou trois saccades successives, à la fin de l'expiration, les lèvres se rapprocheront pour canaliser l'air, faisant ainsi jouer à la bouche le rôle d'un renforçateur.

Il faut, avons-nous dit, qu'au début de l'expiration, la bouche soit suffisamment ouverte pour ne pas faire obstacle à la sortie de l'air qui s'effectue alors avec un assez fort débit. De nombreuses mesures spirométriques nous ont montré que si l'expiration s'effectuait lentement, que ce soit volontairement, ou par suite du passage par un orifice rétréci, la quantité d'air rejeté par une seule expiration diminuait. Le sujet est fatigué avant d'avoir expulsé tout ce qu'il aurait pu et il est obligé de faire une reprise inspiratoire. Mais le débit de l'air diminuant progressivement, il faut alors aider à sa sortie, d'une part au moyen de saccades successives, d'autre part en soufflant la fin de l'expiration ; la bouche joue ainsi son rôle de renforçateur ; en outre, la mise en action du buccinateur et de l'orbiculaire agit par voie réflexe sur les autres muscles expirateurs (FROSSARD).

La fin de l'expiration s'accompagnera d'une autocompression costale, le sujet rapprochant les épaules, rentrant la poitrine, ramenant et croisant en avant les bras, qui compriment ainsi la base thoracique.

Dans l'expiration poussée à fond, il se produit une con-

gestion de la face, provenant de la compression des poumons qui provoque une stase dans le cœur droit et dans la veine cave supérieure. L'apparition de cette légère congestion, qui se manifeste par une sensation de chaleur au visage, indiquera au sujet qu'il doit cesser son mouvement expiratoire.

En résumé, pour combattre l'essoufflement ou pour ramener une respiration au calme, le meilleur procédé consiste dans l'exécution de mouvements expiratoires bien définis.

L'inspiration s'effectuant profondément d'une façon réflexe, il suffit de porter son attention et ses efforts sur l'expiration. Celle-ci doit être buccale ; brusque au début, comme une secousse de toux, elle se continuera par deux ou trois reprises successives, au cours desquelles les lèvres d'abord écartées se rapprochent ensuite pour souffler. L'expiration doit être aidée par une auto-compression de la base du thorax et ne pas se poursuivre au delà du moment où le sujet éprouve une sensation de chaleur au visage.

CHAPITRE V

LES EXERCICES RESPIRATOIRES ÉDUCATIFS

I. — DONNÉES GÉNÉRALES.

Les *exercices respiratoires éducatifs* représentent un ensemble de procédés, tendant tous au même but, qui est d'augmenter volontairement et consciemment la quantité d'air introduite à chaque aspiration dans les poumons et d'assurer la sortie méthodique et complète de cet air.

De nombreuses personnes pourraient les pratiquer avec profit. Tous ceux qui veulent se mettre à faire des sports, et en particulier les malingres, devraient au préalable s'y livrer systématiquement ; car beaucoup de sujets, parmi ceux qui ont le plus besoin de perfectionner leur appareil respiratoire, ne pourraient pas supporter l'exercice, poussé au degré d'énergie qui est nécessaire pour activer la respiration.

« Une bonne méthode d'éducation physique, dit TISSIÉ ¹, doit se préoccuper avant tout d'assouplir et d'élargir la cage thoracique par l'éducation méthodique et systématique des muscles inspireurs et expirateurs, ainsi que du diaphragme, afin de libérer les poumons et le cœur et de leur permettre de fonctionner sans à-coups ni danger dans le sport et dans les jeux chez l'enfant... Seule la gymnas-

1. TISSIÉ, *loc. cit.*, p. 33.

tique respiratoire, mettant en fonction les articulations du sommet de la cage thoracique, peut, en assouplissant ces articulations par l'action directe des muscles, élargir la cage thoracique au sommet. »

Entre toutes les méthodes préconisées par les auteurs, il est difficile de faire un choix. La fonction respiratoire est, en effet, un détecteur très sensible que tous les modes de gymnastique, même les moins bons, favorisent plus ou moins. Toutes les méthodes peuvent se prévaloir de succès et de résultats remarquables.

Quels vont être les principes directeurs qui nous guideront dans le choix de ces exercices éducatifs ? Ici, les conditions sont changées ; à l'inverse des *mouvements respiratoires d'urgence* rien ne presse ; le résultat cherché ne sera obtenu qu'à une échéance de quelques semaines ; nous aurons tout le temps d'éliminer les sujets pathologiques, de libérer les voies aériennes encombrées, de nous mettre dans les meilleures conditions de lieux, de moments et de tenue. Ici, le point de vue *débit* passe au second plan, pour faire place au souci d'éduquer le sujet, de lui donner, en un mot, la bonne habitude de respirer suivant des bases physiologiques.

A l'inverse des méthodes unicistes, nous chercherons à développer aussi bien l'inspiration que l'expiration. L'une comme l'autre, nous donnera des gains de capacité vitale. La première seule permet d'améliorer la respiration thoracique supérieure ; quant à la seconde, puisqu'elle rend de si grands services en gymnastique d'urgence, pourquoi la délaierions-nous complètement dans les mouvements éducatifs ?

L'inspiration améliore la ventilation des sommets, luttant ainsi contre la tuberculose. Les sommets des poumons sont, comme chacun sait, le foyer d'élection de ce terrible fléau.

L'expiration assurera la ventilation des bases. En même temps qu'elle reculera les limites inférieures de l'air résiduel, elle en assurera un meilleur brassage.

Pour arriver à ce double résultat, nous pratiquerons deux séries d'exercices éducatifs simples et à la portée de tous. Ils ont pour but, les uns le développement des muscles inspireurs, les autres le développement des muscles expirateurs.

Nous donnerons ensuite la technique d'un *mouvement respiratoire type* ; car : « la gymnastique respiratoire la plus simple, dit LAGRANGE ¹, consisterait à faire chaque jour un certain nombre de respirations aussi étendues et aussi profondes que la capacité du poumon le permet, suivies d'expirations, dans lesquelles on s'appliquerait à faire sortir l'air de la poitrine aussi complètement que possible ».

Ce mouvement respiratoire type pourrait être utilisé dans toutes les leçons d'éducation physique, quelles qu'elles soient. La méthode française en préconise l'emploi fréquent, au cours des intervalles de pauses qui séparent les exercices. Il est recommandé aussi bien pour les forts que pour les faibles. Mais ce mouvement n'a jamais été décrit de façon précise ; la technique en est ainsi laissée aux soins de moniteurs, qui, n'ayant pas les éléments d'appréciation suffisants, le font ordinairement très mal exécuter.

II. — PRÉCAUTIONS PRÉALABLES.

Avant de se livrer à la pratique des exercices éducatifs, il faut commencer par se soumettre à un contrôle médical. Le chapitre suivant, qui traite cette question en détail, montrera comment il faut éliminer tous les malades évo-

¹ F. LAGRANGE, *Les mouvements méthodiques et la mécano-thérapie*. Alcan, 1899, p. 130.

lutifs, et comment il faut préalablement faire lever les obstacles qui pourraient se trouver sur le parcours des voies respiratoires de certains sujets.

Les exercices devront être exécutés autant que possible le torse nu. L'instructeur se rendra ainsi beaucoup mieux compte du travail accompli par des muscles qu'il verra jouer. Cette pratique a, en outre, l'avantage de faire subir au sujet un bain d'air et de lumière dont les bons effets ne sont pas négligeables. Si le port de vêtements ne peut être évité, ceux-ci seront du moins réduits au minimum, légers, souples, amples, dégageant bien l'encolure et permettant un jeu aisé des principales articulations.

Les exercices auront lieu de préférence en plein air ; qui dit exercices respiratoires ne dit pas nécessairement exercices en chambre. Au centre régional de rééducation physique de Rambervillers, où le climat est particulièrement rude, les jeunes soldats, dont la valeur physique était inférieure à la moyenne, puisqu'ils avaient été envoyés à ce centre pour être rééduqués, n'avaient pour tout vêtement qu'un petit pantalon de toile en été, auquel s'adjoignait un chandail de laine en hiver ; le nombre des rhumes et des bronchites était inférieur à celui des unités voisines. Pour éviter les refroidissements, il faudra seulement avoir soin, comme HÉBERT et l'École de Joinville le conseillent, de ne jamais laisser les exécutants au repos complet, et de les tenir toujours en haleine, faisant alterner les exercices des membres inférieurs avec ceux des membres supérieurs.

Les exercices en plein air n'étant pas à la portée de tous, il faudra se résoudre parfois à les exécuter en chambre. Dans ce cas, les fenêtres seront ouvertes et l'aération maxima. Puisqu'il s'agit de mieux respirer, encore faut-il que l'air absorbé ne soit pas trop vicié par les poussières ou l'acide carbonique.

L'opportunité du moment d'exécution a été souvent débattue ; il semble que ce soit une question d'espèce.

Bien qu'on puisse dire que des exercices respiratoires très modérés aident au malaxage des aliments et à leur digestion (par l'action du diaphragme sur l'estomac) ; il n'en est pas moins vrai qu'il faut éviter les périodes de digestion pour exécuter une gymnastique déterminée, dont certains exercices demandent un réel effort ; car alors, c'est l'estomac, dont la plénitude générerait les mouvements du diaphragme.

Le meilleur moment serait évidemment la matinée. Les hygiénistes ont montré que la circulation et le mouvement journaliers soulevaient les poussières, de sorte que l'air en contient beaucoup moins le matin qu'en cours et en fin de journée.

Mais là encore on se heurte à des contingences qui ne sont pas négligeables et GUERMONPREZ recommande de choisir l'après-midi dans les établissements scolaires. Se basant sur des expériences de Joseph BELLEI, de Bologne, il montre en effet, que le travail accompli par les écoliers durant les classes de l'après-midi, travail qui exige une grande fatigue mentale, est sans profit sérieux pour leur instruction.

Chacun choisira donc, suivant le cas, le moment le plus opportun.

Il faut savoir enfin que ces exercices exigent une attention soutenue. L'exécutant doit avoir la ferme volonté de les bien exécuter ; pour y arriver, il devra suivre à la lettre les indications de l'instructeur : chaque mot a son importance.

D'autre part, l'instructeur devra posséder cette éducation visuelle spéciale, grâce à laquelle il distinguera les nuances multiples qui séparent le mouvement exécuté par

un sujet entraîné, d'un mouvement identique exécuté par celui que sa culture et son entraînement n'ont pas minutieusement préparé à sa compréhension et à son exécution.

III. — DÉVELOPPEMENT DES MUSCLES INSPIRATEURS.

On place au début d'une gymnastique éducative une série d'exercices, destinés à développer les muscles inspireurs. Ceux-ci élargissent, la cage thoracique et lui donnent l'ampleur voulue. C'est seulement lorsque ce résultat sera atteint, qu'on pourra songer à faire travailler les muscles expirateurs. Ces derniers sont, en effet, plus puissants que les premiers ; leur développement anticipé aurait l'inconvénient, en tirant sur le sternum et la base de la cage thoracique, de gêner l'expansion de cette dernière et de donner au sujet une attitude voûtée. La tonicité des muscles expirateurs trop forts gênerait le développement des muscles inspireurs.

On cherchera donc à éviter, au début, les exercices ayant pour effet de fortifier les muscles abdominaux.

On débute par les muscles de la nuque et du cou, auxquels le thorax est en quelque sorte appendu ; ils ont pour mission de dégager le sommet de la cage thoracique en haut et en avant. On continue par le trapèze, qui, en fixant solidement les omoplates sur le dos, permet au grand dentelé de prendre sur elles un solide point d'appui (cf. fig. 4). Le développement du grand dorsal complétera l'œuvre du trapèze : en portant les épaules en arrière de haut en bas, il achèvera de dégager le thorax. On arrive ensuite au développement du grand dentelé lui-même.

Remarquons que la méthode suédoise de LING contribue au plus haut chef au développement de la cage thoracique ; car elle tourne principalement ses efforts sur le travail des

muscles dorsaux qui écartent les épaules, redressent la colonne vertébrale et relèvent la tête.

Les *muscles pectoraux* offrent une particularité qui mérite d'être signalée. On sait qu'ils s'insèrent : d'une part, sur le thorax (aux deux tiers internes du bord antérieur de la clavicule, à la face antérieure du sternum, à la face antérieure des six premiers cartilages costaux), et d'autre part sur l'humérus (sur la lèvre antérieure de la coulisse bicipitale).

Si le muscle prend son point d'insertion fixe sur le thorax, ce qui est le cas habituel, il ramène les épaules en avant et contribue à fermer la poitrine. Si au contraire, le muscle prend son point d'insertion fixe sur l'humérus, il élève les côtes et devient ainsi inspirateur.

Il en résulte qu'à l'état normal, des pectoraux développés sont une entrave au jeu thoracique et qu'ils ne deviennent inspireurs, qu'autant que le bras a été préalablement fixé. Tel est le motif le plus vraisemblable des ravages causés par la tuberculose dans le milieu des athlètes de cirque, des lutteurs forains et de tous les gens qui sont fiers d'exhiber des biceps et des pectoraux volumineux.

Il est donc inutile de conseiller des exercices dont le but serait de faire contracter les pectoraux et dont le résultat serait de leur donner une tonicité exagérée et de les globuliser. En fait, tous les exercices de force les font travailler, et ceux-ci n'exercent que trop d'attrait sur les jeunes gens pour qu'il soit besoin d'en prescrire de spéciaux.

Il existe pourtant une manière de développer les muscles pectoraux qui semble exempte d'inconvénients. Elle consiste à demander à ces muscles non pas un travail actif de contraction, mais un travail passif de résistance à l'élongation. De cette façon on obtient moins une tonicité ten-

dant à rapprocher les deux points d'insertion, qu'une élasticité permettant au contraire un jeu plus libre de l'un par rapport à l'autre.

C'est principalement par la contraction du trapèze et du grand dorsal qu'on obtient la meilleure distension des muscles pectoraux ; on se reportera donc à l'étude des exercices suivants qui ont spécialement pour but le développement des muscles trapèze et grand dorsal.

A. — *Muscles du cou.*

Un premier mouvement consistera dans la parfaite exécution du *garde à vous* ou du *fixe*. C'est la position *stallning* recommandée par les Suédois : le sujet se tient debout, le ventre rentré, le cou bien tendu, la tête haute, la bouche fermée, les épaules en arrière et effacées, en s'efforçant de plaquer bien exactement les omoplates au thorax, les bras retombant naturellement. Partant de cette position, on cherche à redresser le cou le plus possible en rentrant le menton, de manière à allonger au maximum la colonne cervicale.

Ensuite, on pourra faire exécuter trois séries de mouvements de la tête sur le tronc : 1^o flexion et extension ; 2^o inclinaisons latérales à droite et à gauche ; 3^o rotation.

Les mouvements de flexion et d'extension pourront se combiner heureusement avec des mouvements simultanés d'inclinaisons latérales constituant ainsi une quatrième série d'exercices.

On devra exécuter tous ces exercices lentement et leur donner le maximum de développement, tout en gardant intacte la position du tronc.

Tous ces exercices peuvent avoir lieu dans la station debout. Toutefois, ceux de flexion, d'inclinaisons latérales,

ainsi que ceux résultant de la combinaison des deux, gagneront à être exécutés le sujet étant couché sur le dos, les épaules fixes. De cette façon, les lois de la pesanteur contrarient le mouvement au lieu de l'aider et l'instructeur se rend mieux compte de la réalité de l'effort fourni.

Chaque exercice peut être répété 5 à 10 fois et séparé du suivant par deux ou trois mouvements respiratoires tels que celui-ci :

Étant couché sur le dos, jambes et bras fortement tendus, paumes des mains sur la face antérieure des cuisses, le sujet inspire profondément par le nez, en même temps qu'il décrit avec les bras et dans le sens vertical un grand demi-cercle, le dos des mains venant toucher le sol en arrière. Il expire ensuite longuement, en ramenant lentement les mains sur la face antérieure des cuisses.

B. — *Trapeze.*

Comme le montre la figure 4, le trapeze se compose de trois faisceaux : un supérieur, un moyen, un inférieur. Chacun d'eux sera mis en action par un mouvement spécial.

a) *Faisceau supérieur.*

Les jambes jointes et fortement tendues, pencher le haut du corps en avant, en gardant la tête en extension. Lever simultanément en avant, les bras tendus, paumes des mains se faisant face. Le regard suivant les mains, chercher à élever celles-ci le plus possible, de façon à ce que les bras viennent encadrer la tête. Rester un moment dans cette position et revenir à la position initiale (cf. fig. 6).

b) *Faisceau moyen.*

Mêmes mouvements, mais en levant les bras latéralement, le plus haut possible, paumes des mains en dehors.

c) *Faisceau inférieur.*

Mêmes mouvements, mais en levant les bras en arrière, le plus possible, paumes des mains en dehors, pouces en dessus.

Ces mouvements exécutés correctement sont pénibles ; chacun d'eux ne sera pas répété plus de quatre ou cinq fois, au début surtout.



FIG. 6. — Élévation simultanée des bras tendus en avant, avec flexion du buste en avant.

C. — *Grand dorsal.*

Les jambes jointes et tendues, le haut du corps légèrement penché en avant (position de *fixe*), rapprocher en arrière les deux bras l'un de l'autre, en cherchant à les maintenir en extension. Réunir les mains derrière le bassin, leur face dorsale étant tournée vers celui-ci.

Ce mouvement, qui fait en même temps travailler le trapèze, peut aussi s'exécuter couché sur le ventre. L'un et l'autre peuvent être répétés une dizaine de fois.

D. — *Grand dentelé.*

1^o Partant de la position « fixe », écarter progressivement les bras, leur faire décrire un demi-cercle, le plus en arrière possible, et les amener dans le prolongement du corps en arrière des oreilles. Pratiquer une inspiration pendant ce premier temps. Expirer en revenant à la position initiale.

2^o Les jambes réunies et tendues, le haut du corps penché en avant, écarter les bras latéralement jusqu'à l'horizontale, paumes en avant. Fléchir brusquement les avant-bras sur les bras, en joignant les mains derrière la tête restée droite. Les mains se joignant par leurs extrémités digitales et prenant un léger point d'appui sur la nuque, porter les coudes le plus en arrière possible. Veiller à ce que les mains restent toujours dans le prolongement des avant-bras. Répéter le mouvement une dizaine de fois.

IV. — DÉVELOPPEMENT DU DIAPHRAGME.

Étant donné l'importance du diaphragme dans la respiration, il est juste de se préoccuper de l'éducation de ce muscle. ROSENTHAL ¹, P. DESFOSSES et M^{me} BURMAN OBERG ² ont donné une bonne technique de l'éducation diaphragmatique :

« Le sujet se mettra dans le decubitus dorsal sur une table ou sur un lit dur. Les mains seront placées en arrière de la tête, la main sera en extension sur l'avant-bras, les coudes reposeront sur le plan de la table ; dans cette position, la tête peut fournir un point d'appui aux scalènes et aux sterno-cléido-mastoïdiens, les omoplates peuvent fournir un bon point d'appui au grand dentelé. Le moniteur, debout près du sujet, lui explique, lui montre en quoi consiste la respiration nasale, puis lui ordonne d'exécuter 5 ou 6 respirations, l'inspiration et l'expiration se faisant par

1. *Loc. cit.*, p. 68.

2. *Loc. cit.*, p. 16.

le nez. L'inspiration doit être lente : quand l'enfant fait une inspiration trop brusque, les ailes du nez s'accolent contre la cloison empêchant ainsi l'entrée de l'air. Les parois abdominales doivent se soulever d'une manière synchrone à chaque dilatation inspiratrice du thorax et se creuser lors de l'expiration. Le moniteur expliquera avec soin à son sujet, que l'abdomen doit se soulever lors de l'inspiration et s'abaisser lors de l'expiration ¹. Il réglera le rythme respiratoire en levant la main pendant l'inspiration, en l'abaissant pendant l'expiration ; ces mouvements doivent être lents. »

Après avoir pratiqué ces exercices de respiration diaphragmatique, on passera à des exercices de respiration thoracique supérieure. Le sujet ainsi amené à les comparer



FIG. 7. — Respiration diaphragmatique. Le ventre se soulève lors de l'inspiration.

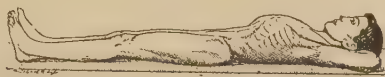


FIG. 8. — Respiration thoracique supérieure. Le ventre se creuse lors de l'inspiration.

(In *La gymnastique respiratoire chez les enfants* de Desfosses, Masson édit., p. 17.)

fera lui-même la différence. On lui expliquera que, pour la respiration costale supérieure, c'est non pas le ventre, mais la partie supérieure du thorax qui doit se soulever à chaque inspiration (cf. fig. 7 et 8) ; tandis qu'à l'expiration, le thorax doit s'aplatir. Pour aider à cet aplatissement thoracique, le sujet pourra pratiquer lui-même une auto-compression manuelle.

V. — DÉVELOPPEMENT DES MUSCLES EXPIRATEURS.

Les muscles expirateurs de beaucoup les plus importants sont les abdominaux.

1. Il est entendu qu'il s'agit ici d'une respiration diaphragmatique d'exclusion.

Nous avons vu que leur développement avait autant d'importance que celui des muscles inspireurs. Bien que l'expiration soit normalement un phénomène élastique passif, on peut faire intervenir la volonté de deux manières :

D'une part, on peut brusquer l'acte expiratoire et perfectionner son instantanéité ; c'est faire alors du travail physiologique, puisque les phénomènes élastiques sont nets et brusques ; d'autre part, on peut prolonger son action en exerçant une compression directe sur le poumon, au lieu de se borner à tirer parti du retour sur lui-même du tissu pulmonaire élastique distendu par l'inspiration.

Notons que le développement de la sangle abdominale a une portée qui dépasse de beaucoup le perfectionnement de l'expiration : en fortifiant les muscles abdominaux, nous augmentons leur tonicité qui sert, nous l'avons vu, dans le temps inspiratoire. Cette tonicité s'oppose également, par une meilleure contention, à la pression des viscères abdominaux. Enfin, ces muscles qui travaillent ont besoin d'aliments, et la graisse constitue pour eux une réserve alimentaire tout indiquée. On voit donc le parti que les gens obèses peuvent tirer de l'éducation de leurs muscles abdominaux.

Les exercices suivants sont décrits d'après une progression qu'il faudra respecter. L'instructeur ne devra passer d'un exercice au suivant que lorsque l'élève aura exécuté plusieurs fois le premier d'une façon parfaite.

EXERCICE I (cf. fig. 9) :

Le sujet est couché sur le dos, les bras en extension derrière la tête et dans le prolongement du corps. Lui faire pratiquer lentement l'élévation des deux membres inférieurs tendus. Prolonger le plus possible la course des membres inférieurs en cherchant à réduire l'angle qu'ils forment avec le tronc. Revenir à la position initiale.



FIG. 9. — Élévation des deux membres inférieurs tendus.
(In *La gymnastique respiratoire chez les enfants*, Desfosses, Masson édit., p. 26.)

EXERCICE II (cf. fig. 10) :

Partant de la même position initiale, pratiquer lentement la flexion du buste sur le bassin. Terminer le mouvement par la flexion du bassin sur les cuisses ; le sujet cherchant à atteindre ses pieds



FIG. 10. — Flexion du buste sur le bassin.

avec les mains. Le sujet doit chercher à s'immobiliser quelques instants dans la position intermédiaire 2, c'est-à-dire avant que le buste n'arrive en position verticale ; car alors tout le poids du haut

du corps est supporté par les muscles abdominaux et les muscles psoas.

Au début, un aide pourra maintenir les pieds du sujet, surtout pour faciliter le temps d'arrêt en position intermédiaire. Plus tard, cet aide deviendra inutile.

EXERCICE III (cf. fig. 11) :

Partant de la position *fixe*, le sujet exécute une flexion extrême du tronc et cherche à toucher le sol avec les bras allongés, tout en



FIG. 11. — Flexion extrême du tronc.

(In *La gymnastique respiratoire chez les enfants* de Desfosses, Masson édit., p. 26.)

ayant bien soin de maintenir ses membres inférieurs dans une extension rigoureuse. L'abdomen est alors fortement rétracté par la contraction du transverse.

EXERCICE IV (cf. fig. 12) :

Reprendre l'exercice II en mettant les mains à la nuque. S'arrêter à la position intermédiaire 2 et exécuter dans cette position des torsions du haut du tronc à droite et à gauche.

EXERCICE V :

(Exceptionnel et à réserver à des sujets déjà bien entraînés.)

Le sujet prend à l'aide de son bassin un point d'appui sur un banc suffisamment élevé pour pouvoir pratiquer une ample extension du tronc sur le bassin. Un aide maintient obligatoirement les



FIG. 12. — Flexion du buste sur le bassin, avec torsions du haut du tronc en position intermédiaire.

pieds pendant que le sujet ramène lentement le buste dans la position verticale.

Tous ces exercices devront se faire très progressivement ; chacun d'eux ne devra pas être répété plus de 5 à 10 fois par séance. Les gens suffisamment entraînés pourront augmenter la difficulté en tenant dans leurs mains des haltères ou des poids progressivement croissants.

A côté de ces exercices qui font travailler directement les muscles de l'abdomen, il en est d'autres qui les mettent accessoirement en action. L'instructeur les emploiera utilement pour varier ses leçons : tels sont la marche, la station à cloche-pied, les exercices d'équilibre, tous les genres de sauts, les mouvements d'inclinaisons latérales, de rotation et de circumduction du tronc.

Pour être complet, il faut dire que les muscles abdominaux ne représentent pas à eux seuls toutes les forces expi-

ratrices : il en existe d'autres parmi lesquels les plus importants sont les muscles intercostaux internes.

Fernand LAGRANGE décrit un mouvement qui fait agir les expirateurs thoraciques à l'exclusion des expirateurs abdominaux :

« Pour cela, le malade est placé dans une position telle que les muscles droits de l'abdomen soient allongés et mis dans l'impossibilité d'agir. Par exemple : le sujet couché à plat ventre, relève la tête et les épaules en contractant les muscles extenseurs de la colonne vertébrale. Dans cette attitude, les muscles droits de l'abdomen sont allongés et mis dans l'impossibilité de se contracter pour abaisser les côtes. C'est alors que le sujet s'efforce d'expirer l'air contenu dans la poitrine, et pour arriver à ce résultat, il doit faire appel à toutes les forces musculaires expiratrices, surtout aux intercostaux dont il importe le plus de réveiller l'atonie. »

VI. TECHNIQUE D'UN « MOUVEMENT RESPIRATOIRE TYPE ».

De nombreuses techniques de mouvements respiratoires ont été préconisées. Nous allons passer en revue et discuter quelques-uns de leurs points particuliers. De cet exposé, découleront un certain nombre de règles dont l'observation est à recommander.

Avant d'aborder cette discussion, il faut signaler qu'il y a intérêt à faire pratiquer les mouvements de gymnastique respiratoire, d'abord dans la position couchée et seulement ensuite dans la position debout.

Ce procédé vise surtout les ignorants ou les insuffisants respiratoires ; chez eux, en effet, la position couchée, à condition qu'elle respecte le libre jeu des épaules, facilite grandement aux débutants leur initiation aux mouvements de gymnastique respiratoire.

La *gymnastique respiratoire couchée* se fera : soit sur une table étroite, telle que celle construite spécialement par Gagey, soit plus simplement sur un banc. La condition primordiale est d'assurer le libre jeu des épaules.

L'inspiration se fera par l'extension du thorax avec élévation des bras ; l'expiration, par la rétraction du thorax et l'abaissement des bras, avec flexion du tronc sur le bassin.

Le rythme sera très lent, d'environ 8 respirations par minute.

Au point de vue du rythme, M. Charles VUILLEMIN dit qu'il faut éviter de modifier le rythme normal des temps respiratoires ; il prescrit une respiration en trois temps et huit mesures, à la cadence de 16 à 18 par minute.

1^{er} temps : inspiration. 5 mesures

2^e temps : expiration. 1 mesure

3^e temps : repos. 2 mesures

Nous pensons qu'il ne faut pas vouloir assimiler les actes de la gymnastique respiratoire à ceux de la respiration normale ; dans la première, on concentre sa volonté, on fait effort, alors que la seconde s'exécute au repos, sans qu'on s'en doute. Là, comme partout, ce n'est qu'au prix de l'effort qu'on arrive au perfectionnement.

Remarquons que, d'après VUILLEMIN, l'expiration ne comporterait qu'une mesure contre 5 mesures pour l'inspiration ; or, il semble illogique de vouloir expulser un même volume de gaz donné, dans un temps 5 fois moindre que celui qu'il a mis à rentrer. D'autant plus, qu'à l'état normal, l'expiration exige environ un temps double de celui de l'inspiration.

Plusieurs auteurs prescrivent un mouvement respiratoire avec élévation sur la pointe des pieds. C'est un exercice excellent au point de vue éducatif, car il contribue

à redresser les courbures de la colonne vertébrale. Mais lorsqu'il s'agit d'un mouvement-type, c'est un procédé à éliminer, dès lors qu'il en existe un autre bien supérieur, consistant à fixer la onzième dorsale par une attitude rigide et à donner ainsi un solide point d'appui au diaphragme, le plus important de tous les muscles respiratoires.

De nombreuses personnes pensent que les mouvements d'élévation ou de circumduction des bras augmentent l'ampleur de la respiration. Là encore, il y a la même confusion regrettable. On a conseillé ces mouvements dans la gymnastique éducative où ils rendent des services puisqu'ils font travailler des muscles bien déterminés (deltoïde, portions moyenne et supérieure du trapèze, grand dentelé). Partant de là, on a cru, et c'est un des préjugés les plus profondément ancrés, que l'élévation des bras devait faire partie du mouvement respiratoire type.

Or, loin d'aider la respiration, l'élévation des bras lui est préjudiciable, car elle nécessite la participation du grand dentelé qui fait basculer l'omoplate ; cette dernière étant mobile, le grand dentelé prend appui sur le gril costal qui devient point fixe. Nous avons vu, au contraire, qu'une inspiration profonde nécessitait l'intervention du grand dentelé ; mais, dans ce cas, l'omoplate servait de point d'appui, fixée qu'elle était par le trapèze, et le gril costal mobilisable pouvait alors se soulever.

Le Médecin principal SAVORNIN a bien montré par des expériences faites à l'École de Joinville ¹, que les mouvements actifs des bras, associés aux exercices respiratoires, étaient sans action sur le développement de la capacité respiratoire.

1. Thèse de Lecat, Paris, 1910. *Considérations sur les exercices respiratoires.*

Donc, au lieu de lever les bras comme on le fait habituellement, on procédera de la façon suivante :

On écartera les bras latéralement, avant-bras fléchis, puis on portera les coudes le plus en arrière possible en les maintenant un peu au-dessous de l'horizontale (cf. fig. 13). Dans un pareil mouvement, le trapèze, énergi-

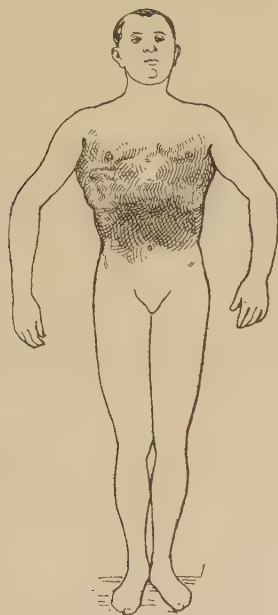


FIG. 13. — Temps inspiratoire.

quement contracté, fixe l'omoplate et permet au grand dentelé de venir en aide aux inspireurs en soulevant le gril costal.

En ce qui concerne les modalités du temps inspiratoire, tout le monde est d'accord : l'inspiration doit être nasale.

ROSENTHAL a précisé ce point d'une façon définitive¹ : le passage par les fosses nasales chauffe l'air atmosphérique, l'humidifie et arrête les poussières. En outre si la muqueuse nasale est irritée, il existe un réflexe bronchique mis en lumière par François FRANCK : il se produit une contracture de la paroi des bronches qui s'oppose à l'entrée en trop grande quantité d'un air vicié.

Les instructeurs s'attacheront donc à obtenir une inspiration nasale. Cette pratique présentera, en outre, l'avantage suivant : si malgré tous les efforts, l'élève conserve une inspiration buccale, c'est qu'il présente une obstruction nasale ; il faudra, dès lors, attirer sur lui l'attention du médecin qui prendra les mesures nécessaires.

Comme corollaire immédiat, il faut renoncer à faire compter à haute voix les exécutants, ainsi que quelques moniteurs pourraient le faire, sous prétexte de rythmer les exercices.

On se heurtera parfois à la difficulté suivante : certains enfants pincement leurs narines quand ils font de grands efforts inspiratoires. En pareil cas, DESFOSSES conseille² de leur faire froncer le dos du nez au moment de l'inspiration ; les narines se dilatent alors largement et l'enfant en prend très rapidement l'habitude.

Le temps expiratoire a donné lieu à des polémiques nombreuses. Il semble qu'ici, aucune raison de ménagement du poumon ne doive s'opposer au mode d'expiration buccale. Nous avons vu, qu'au moins la première partie de l'expiration devait être brusquée, car on favorise ainsi l'élasticité du tissu pulmonaire. Il est hors de doute que l'expiration brusquée est améliorée par un débit expiratoire buccal, beaucoup plus fort que le débit nasal.

1. *Loc. cit.*, tome III, page 10.

2. DESFOSSES, *loc. cit.*, p. 15.

Pourtant, MAUREL, ROSENTHAL, HOUDRÉ et d'autres auteurs, demandent que l'expiration soit, elle aussi, nasale. Nous donnons leurs raisons.

1^o Il faut sauvegarder l'automatisme respiratoire. La complexité d'une respiration, nasale par son inspiration, et buccale par son expiration, romprait cet automatisme en nécessitant un contrôle de l'organisme.

Nous répondrons à cette objection que, par définition, dans un mouvement respiratoire, tout automatisme doit disparaître et faire place à la volonté.

2^o La bouche n'est pas une voie normale de l'appareil respiratoire.

3^o L'air expiré restitué à la muqueuse nasale une partie de l'humidité que l'air inspiré lui a emprunté.

Quoi qu'il en soit, puisqu'il s'agit d'un mouvement éducatif où les conditions sont toutes différentes de celles du mouvement d'urgence, on peut recommander l'expiration nasale. Le sujet aura ainsi son attention attirée sur la nécessité de contracter cette habitude. Cette expiration devra garder le caractère brusque pendant le temps correspondant à la détente de l'élasticité pulmonaire.

Mais un deuxième temps de l'expiration correspondra à la striction de tissu pulmonaire par la cage thoracique, comprimée elle-même par l'action mécanique des bras. Cette striction sera lente et grandement facilitée par l'action de souffler.

Chacun peut faire sur lui-même l'expérience suivante : on pousse une expiration nasale aussi loin que possible, et lorsqu'on a la sensation que l'on ne rejette plus d'air, on essaie de souffler. On est surpris de voir qu'il est encore possible d'expulser une quantité d'air certainement supérieure à celle contenue dans la bouche et le pharynx.

Nous pensons donc que, dans l'exécution d'un mouvement respiratoire, l'expiration pourrait être pratiquée en deux temps : chacun d'eux ayant une durée à peu près égale à celle du temps inspiratoire. Le premier temps serait nasal et brusque ; le deuxième temps serait buccal, prolongé, et bénéficierait de l'aide mécanique d'une compression thoracique et abdominale.

L'accomplissement de ce deuxième temps aurait pour résultat d'obliger le sujet à pousser son expiration à fond et ferait ressortir à ses yeux toute l'importance de ce temps trop souvent escamoté.

En résumé, un mouvement respiratoire se pratiquerait avantageusement de la façon suivante :

Position initiale.

Les jambes jointes et tendues, dans la position du *garde à vous* (fixation de la onzième dorsale), la tête droite et haute (point d'appui pour le scalène et le sterno-cléido-mastoïdien).

Inspiration.

Porter latéralement les coudes, avant-bras fléchis, aussi en arrière que possible, en les maintenant un peu au-dessous de l'horizontale (la fixation de l'omoplate permettant l'action inspiratoire du grand dentelé). Pratiquer en même temps en écartant les narines une inspiration nasale, aussi complète que possible. Rester 1 ou 2 secondes dans cette position.

Expiration (cf. fig. 14).

Ramener brusquement les épaules et le haut du corps

en avant, en exécutant une forte expiration nasale. Aussitôt que le débit de celle-ci diminue, il faut la prolonger par une expiration buccale. Ce deuxième temps s'accompagne alors d'une compression de la cage thoracique, au



FIG. 14. — Temps expiratoire.

moyen des deux coudes ramenés en avant et d'une flexion plus prononcée du haut du corps, avec rétraction maxima de la sangle abdominale. Prolonger ce temps jusqu'à ce que l'on ait une sensation de chaleur au visage.

VII. — ANNEXE.

Nous extrayons à titre documentaire les passages suivants du règlement allemand de 1918 concernant l'organisation de l'éducation physique dans l'armée 1.

1. Ce document a été traduit et nous a été communiqué par le

Exercices respiratoires : Ils doivent être placés dans toute leçon après que la circulation du sang a été accélérée par des efforts physiques..... On distingue les mouvements respiratoires destinés à ramener le rythme cardiaque après les exercices violents et les exercices respiratoires destinés à ventiler et à fortifier les poumons. Exemple : Étant dans la position « station écartée », élever les bras verticalement sans les raidir, paumes en dessous en faisant une inspiration profonde. Conserver cette attitude pendant 2 ou 3 secondes. Expirer fortement ensuite en ramenant les bras vers le bas et en passant par la position « bras latéraux ».

Les exercices respiratoires destinés à fortifier les poumons ne doivent être entrepris que lorsque le cœur est au repos ; ils fortifient non seulement les poumons, mais tous les organes internes du corps. Il ne faut jamais faire d'exercices respiratoires d'une manière contrainte et contractée. Dans ce mouvement les bras peuvent décrire différents mouvements au lieu de pendre naturellement ; les mains peuvent également rester aux hanches.

L'expiration est aussi importante que l'inspiration, car elle fortifie plusieurs groupes musculaires très actifs. L'air peut être expiré : soit entre la langue et les dents d'une manière lente et continue, soit violemment par la bouche grande ouverte, soit simplement par le nez. L'exécutant doit s'exercer souvent à rejeter le plus d'air qu'il pourra, en comprimant au maximum ses poumons.

Respirations supérieure, abdominale et totale : Dans la respiration supérieure, l'air est inspiré et expiré dans la poitrine. Un excellent exercice consiste à faire suivre une inspiration supérieure d'une nouvelle inspiration, sans avoir au préalable fait jouer les muscles expirateurs à fond.

C'est dans la position « couché sur le dos » que s'exécute le mieux la respiration abdominale. La poitrine restant immobile on fera jouer le diaphragme au maximum. Cette position, dans laquelle tous les muscles du corps sont détendus, réduit au minimum le travail du cœur.

Dans la respiration totale, la respiration se fait d'abord abdominale, puis supérieure ; en fin d'exécution, la partie inférieure de l'abdomen doit être légèrement rentrée de manière à soutenir la poitrine. Les exercices respiratoires ne doivent être exécutés qu'en plein air.

capitaine ROUDAIX, commandant la division de rééducation de Joinville. Nous le remercions de son extrême obligeance.

CHAPITRE VI

LE CONTRÔLE MÉDICAL EN ÉDUCATION RESPIRATOIRE

L'enseignement de l'éducation physique ne peut pas être donné judicieusement sans la collaboration effective des médecins ; à plus forte raison en est-il de même de l'éducation respiratoire qui s'adresse à des sujets plus délicats.

Le médecin chargé de surveiller l'éducation physique a des rôles multiples ; pour ne pas sortir du cadre de notre sujet, nous nous bornerons à parler de ceux ayant directement trait à la fonction respiratoire.

1^o Avant tout, le médecin doit procéder à l'élimination systématique des sujets pathologiques, c'est-à-dire de ceux atteints d'une affection évolutive et auxquels une gymnastique non rigoureusement dosée pourrait être préjudiciable.

Il doit aussi dépister ceux qui présentent des obstacles le long de leurs voies respiratoires supérieures et doit s'efforcer de faire lever ces obstacles, au besoin chirurgicalement, chaque fois que ce sera possible.

2^o Il doit enfin doser les exercices et procéder à la constatation des résultats obtenus, au double point de vue anatomique et physiologique.

I. — EXAMEN PRÉALABLE DES SUJETS.

L'examen préalable des sujets par le médecin comprend une double recherche, celle de lésions pathologiques, celle

d'obstacles à la respiration dans les voies respiratoires supérieures.

A. — *Dépistage des sujets pathologiques.*

Parmi les malades qu'il importe d'éliminer, ceux dont le dépistage est le plus difficile sont, sans conteste, les porteurs de lésions tuberculeuses à leur début.

R. TRÈVES, médecin chef de la Division de rééducation de l'École de Joinville, a fait récemment à leur sujet une communication très intéressante à la *Société médicale d'Éducation physique*. Cette communication intitulée : *Les Épreuves physiques dans les cas d'insuffisance respiratoire avec lésions pulmonaires*, peut servir de « critère » pour différencier les porteurs de lésions d'avec les sujets présentant seulement de l'*ignorance respiratoire*.

Voici d'ailleurs reproduite la partie la plus caractéristique de cette communication :

Nous avons constaté chez plusieurs jeunes soldats, présentant une insuffisance respiratoire et incapables de suivre dès le début l'entraînement normal, des lésions de bacillose ayant échappé aux divers examens pratiqués au moment de l'incorporation et ultérieurement confirmées au cours d'une hospitalisation.

Il est, bien entendu, très important de les éliminer à temps dans l'intérêt de leur santé et dans celui de l'État qui peut être dans l'obligation, au bout de deux mois d'incorporation, de les indemniser ; il ne pourrait être question, d'autre part, d'éloigner de l'armée comme suspects tous les hommes présentant une insuffisance pulmonaire, chez qui on n'observe fréquemment que de l'*« ignorance respiratoire »*.

Le diagnostic, en l'absence de signes cliniques positifs, est parfois difficilement établi par la radioscopie ; les résultats de ce dernier examen ne permettent pas toujours de reconnaître, dans l'insuffisance de la fonction respiratoire, la présence de lésions.

Nous n'envisagerons pas ici les éléments d'appréciation donnés par l'aspect général, le poids et l'état de nutrition fréquemment

médiocres chez tous les sujets observés; nous insisterons seulement, pour éclairer l'origine pathologique de l'insuffisance respiratoire, sur les épreuves médicales physiques qui peuvent être entreprises avant tout entraînement et qui sont susceptibles d'ajouter leurs résultats à ceux des examens cliniques et radioscopiques. Elles consistent dans l'examen des modifications de la respiration (polypnée, dyspnée, diminution du temps d'arrêt respiratoire) après un exercice de course; elles peuvent être complétées par l'examen des modifications anormales de la circulation et de la température, que nous n'indiquerons pas ici en raison de leur fréquence dans les autres états d'insuffisance.

On fait exécuter une course de 200 mètres au pas gymnastique et on examine la fréquence et la gêne des mouvements respiratoires, ainsi que la durée maxima de l'arrêt volontaire de la respiration avant et après cet exercice.

Il s'agit surtout de déterminer les limites en dessous desquelles le sujet peut être considéré comme suspect en vue d'une observation médicale prolongée; on peut objecter que ces limites varieront suivant l'entraînement ou la vie antérieure du sujet, mais il y a lieu de ne prendre comme base d'appréciation que les cas où il n'a pas eu d'entraînement physique, où les occupations étaient surtout sédentaires, conditions généralement observées chez les hommes qui présentent de l'insuffisance respiratoire; les résultats sont d'ailleurs surtout intéressants pour ceux qui sont porteurs de lésions et qui ne peuvent avoir subi, par conséquent, aucun entraînement véritable.

La partie de l'épreuve qui consiste à mesurer le temps pendant lequel les sujets peuvent suspendre leur respiration après une inspiration profonde, est faite selon les données établies pour les examens des candidats aviateurs.

Le temps pendant lequel la respiration peut être suspendue ne dépend pas seulement de la valeur de la capacité vitale respiratoire; il paraît surtout en relation avec l'innervation de tout l'appareil respiratoire et du centre bulbaire; il semble donc que sa durée puisse être diminuée par suite de la plus grande susceptibilité de la surface pulmonaire à l'action de l'acide carbonique.

La mesure de la capacité vitale et de l'élasticité thoracique sera ainsi utilement observée dans l'appréciation des divers états d'insuffisance, et il y aura lieu d'en tenir compte dans la recherche de leur origine.

Nos observations publiées permettent de constater que chez les hommes atteints de lésions, il existe habituellement, après l'épreuve, une augmentation du nombre des mouvements respiratoires de 12 à 20, persistant au moins pendant 10 minutes; cette polypnée est accompagnée d'une dyspnée souvent très intense; la respiration ne peut être suspendue que pendant un temps inférieur à 15 ou 20 secondes et pendant 2 à 5 secondes après l'effort; la capacité vitale est fréquemment inférieure à 2 litres et le rapport de la capacité en centilitres au poids, inférieur à 3.

Nous avons constaté, dans des observations antérieures, que les hommes dont l'insuffisance respiratoire n'est pas la conséquence de lésions, présentent une polypnée avec augmentation habituelle des mouvements respiratoires de 8 à 10 par minute et ne s'accompagnant pas de dyspnée. Chez eux, la respiration peut être suspendue en moyenne pendant 25 à 30 secondes et pendant 6 à 10 secondes après l'épreuve. Le retour à l'état normal survient généralement en moins de 5 minutes; enfin, la capacité vitale dépasse habituellement 2 l. 50 et le rapport de la capacité en centilitres au poids est généralement compris entre 3 et 5.

B. — *Examen préalable des voies nasales et respiratoires supérieures — Rééducation nasale.*

Le problème de la libération préalable des défilés aériens est lui aussi très important.

Tout obstacle anatomique réduisant la respiration nasale, toute modification profonde de la muqueuse pituitaire, telle que son atrophie ou son insensibilité, réduiront les échanges respiratoires; dans le premier cas, il faudra donc lever l'obstacle; dans le second cas, on cherchera à rendre à la muqueuse une sensibilité suffisante pour permettre le fonctionnement du réflexe régulateur de la respiration.

Chez l'enfant, la cause la plus fréquente de l'obstruction nasale est l'hypertrophie de cette sorte d'amygdale, qui siège à la voûte du pharynx et dont les excroissances obstruent plus ou moins l'orifice postérieur des fosses

nasales qu'elles tendent à envahir; c'est ce que chacun connaît sous le nom de « végétations adénoïdes ».

Chez l'adulte, l'obstruction nasale est due habituellement à une déviation de la cloison, parfois à une crête, à un éperon, ou encore à l'hypertrophie d'un cornet.

Comment le médecin diagnostiquera-t-il cette obstruction ? Le plus souvent, c'est l'aspect même de l'individu qui attirera son attention sur ce point. L'obstruction nasale a des effets portant sur la face et le thorax. Chacun connaît les particularités du *facies adénoïdien* : la bouche est entr'ouverte, le nez aminci, la lèvre inférieure pendante, la face aplatie à cause du faible développement des maxillaires supérieurs ; l'expression du visage est hébétée. La cage thoracique de l'enfant adénoïdien se développe mal, surtout aux sommets.

L'examen fonctionnel attire lui-même l'attention : le spiromètre montre une capacité vitale très faible et les mensurations décèlent une amplitude thoracique réduite.

Robert FOY ¹ a décrit sous le nom d'atmorhinomètre enregistreur, un appareil qui permet d'apprécier la perméabilité nasale. Le principe consiste, comme dans l'appareil similaire de COURTADE, à recueillir, sur une glace en verre dépoli et graduée, les taches de buée produites par l'expiration nasale.

Pour la recherche de l'obstruction nasale, ROSENTHAL ² a imaginé une épreuve inspiratoire physiologique, basée sur la possibilité, démontrée cliniquement, de soutenir indéfiniment un mode respiratoire maintenu pendant 20 respirations successives. Il fait pratiquer au sujet dévêtu jusqu'à la ceinture 20 respirations nasales, debout, bras

1. *Presse médicale*, 6 février 1909.

2. *Manuel pratique de kinésithérapie*, t. III, p. 18.

collés au corps, puis 20 respirations nasales de chaque narine. Pour ce deuxième exercice, le sujet obture successivement chacune de ses narines en amenant, à l'aide de son index du même côté, l'aile du nez au contact de la cloison. On différencie de la sorte les individus qui supportent parfaitement les 3 épreuves : ceux qui sont incapables, même avec les deux narines, de respirer nasalement plus de 3 ou 4 fois par exemple ; ceux qui peuvent respirer avec les 2 narines, mais qui ne peuvent respirer isolément soit de l'une ou de l'autre. Dans ces deux derniers cas, pendant l'épreuve, la teinte du visage s'altère, le rythme respiratoire se heurte et bientôt la bouche s'ouvre inconsciemment, le sujet suppléant alors par une respiration buccale à sa respiration nasale insuffisante.

Enfin, en dernier ressort, on pourra faire pratiquer par un spécialiste l'examen anatomique des fosses nasales.

L'atrophie de la muqueuse pituitaire se caractérise par une modification de la sensibilité, puis par des troubles trophiques plus accentués avec production de croûtes fétides et atrophie de la muqueuse des cornets.

La douche d'air comprimé froid (Méthode de Robert Foy) contribuera, en cas d'insensibilité de la muqueuse nasale, à lui rendre une sensibilité suffisante.

Les spécialistes, en levant les obstacles qui encombrant les conduits aériens, ou en restituant sa sensibilité à la muqueuse pituitaire, n'obtiendront pas la guérison fonctionnelle de l'insuffisance nasale. Les sujets, ainsi améliorés au point de vue anatomique, devront se livrer alors à une rééducation nasale, première phase de leur éducation respiratoire ; sinon, ils s'exposeraient à garder des habitudes vicieuses, contractées par nécessité ; ils ne seraient plus alors des insuffisants, mais plutôt des ignorants respiratoires, ce qui, pratiquement, reviendrait au même.

G. IZARD, professeur à l'Ecole française de stomatologie, vient de publier un travail intéressant sur la méthode de ROGERS, concernant la rééducation nasale chez les *respirateurs buccaux* ¹. Il explique que les adénoïdiens présentent non seulement des déformations de leur squelette maxillo-facial, mais encore une atrophie parallèle des groupes musculaires intéressés par ces déformations. Les muscles touchés seraient surtout l'*orbiculaire des lèvres* et aussi les muscles de la mimique, les élévateurs et les propulseurs de la mandibule.

La méthode de ROGERS consiste, lorsque des végétations adénoïdes ont été enlevées, par exemple, à entreprendre méthodiquement, par des exercices appropriés, la restauration fonctionnelle des muscles précédemment énumérés. IZARD indique dans son travail la technique à employer pour arriver à ce résultat. Il publie, en outre, des observations précises, qui montrent tout le bénéfice que des sujets, anciens respirateurs buccaux, ont retiré d'un entraînement de leur musculature maxillo-faciale.

II. — APPRÉCIATION DES RÉSULTATS.

Le dernier rôle du médecin ou de l'éducateur est la constatation des résultats obtenus. C'est grâce à des examens répétés périodiquement, à des épreuves physiologiques, à des mensurations nombreuses, à la connaissance d'indices et de formules diverses qu'ils pourront remplir ce rôle.

A. — Mensurations.

Les données relatives à la recherche de la taille et du

1. G. IZARD, *Revue de stomatologie*, 1922, n° 7, vol. XXIV.

poids étant supposées connues, voici parmi les investigations auxquelles doit se livrer le médecin celles qui ont trait directement à la fonction respiratoire ¹ :

a) *Recherche de la capacité vitale ; spirométrie.* — On sait déjà que la capacité vitale est la somme de l'air complémentaire, de l'air courant et de l'air de réserve. Elle nous est directement donnée par un appareil appelé « spiromètre ».

La connaissance de la capacité vitale a une importance primordiale. C'est la meilleure base d'appréciation que l'on possède de la fonction respiratoire de l'individu. On verra, par les exemples qui suivent, l'intérêt qu'il peut y avoir à posséder une forte capacité vitale.

La spirométrie est une méthode d'investigation simple et précise. Il faut savoir toutefois, que son emploi n'est pas sans inconvénient chez certains malades qu'il faut éviter de faire souffler avec effort, en particulier chez ceux qui présentent des lésions de tuberculose pulmonaire au début.

Le meilleur spiromètre, pour un éducateur physique, est celui de VERDIN. De fonctionnement simple, il se compose d'une boîte métallique portant un grand cadran, lequel est gradué en dizaine de litres, en litres, et en dixièmes de litres. On l'utilise en soufflant par un tube de verre aseptique, adapté à un gros tube de caoutchouc.

ROSENTHAL ² recommande la technique suivante : « Se mettre devant le spiromètre en tenant à la main droite

1. L'étude des échanges gazeux peut aussi faire connaître la valeur fonctionnelle de l'appareil pulmonaire. Les procédés permettant de mesurer les échanges respiratoires sont nombreux (appareils de LAULANIÉ, HALDANE, BOIGEV), mais ils sont encore du domaine du laboratoire et nous ne les citons que pour mémoire.

2. ROSENTHAL, *loc. cit.*, p. 22.

le tube de verre adapté à l'embout ; être debout ou assis à volonté, mais avoir la bouche sensiblement à la hauteur du tube de caoutchouc armé du tube de verre ; faire d'une façon rythmique quelques inspirations nasales profondes, puis à la quatrième ou à la cinquième, expirer par la bouche dans le tube en verre pris à pleine bouche. Comme contrôle, il faudra répéter plusieurs fois cette manœuvre. »

Le même auteur ajoute : « Un dispositif très ingénieux avec un système de double canule en verre permet de poursuivre les études spirométriques en utilisant la respiration nasale ¹. » Mais ce dispositif est un peu compliqué ; il nécessite une éducation : il est à recommander pour les études de spirométrie exactes, mais ne paraît pas indispensable à la simple observation clinique.

De nombreuses recherches spirométriques personnelles ² nous ont montré qu'il était indifférent :

1^o de faire précéder l'expiration enregistrée, d'une expiration profonde au cours du mouvement respiratoire précédent ;

2^o de pratiquer l'expiration enregistrée, soit avec le nez libre, soit avec le nez bouché.

Nous avons constaté en outre, qu'après trois mouvements d'expiration profonde, la valeur de la capacité vitale enregistrée diminuait, par suite, sans doute, de la fatigue du sujet. C'est, d'une manière générale, la troisième expiration dont il faut attendre le meilleur résultat.

1. *Congrès international de Liège, 1905, Travaux du professeur SIGALAS, de Bordeaux.*

2. Ces recherches ont porté sur une centaine de sujets. Quatre lectures suffisamment espacées ont été faites sur chacun d'eux :

1^o nez libre, sans expiration préalable.

2^o nez libre, avec expiration préalable.

3^o nez bouché, sans expiration préalable.

4^o nez bouché, avec expiration préalable.

Les résultats obtenus étaient sensiblement les mêmes à chaque lecture.

La capacité vitale chez un adulte bien constitué, mais non entraîné, oscille entre 3,5 et 3 l. 7.

Les exercices physiques, en général, mais surtout les exercices respiratoires accroissent beaucoup et rapidement sa valeur. On peut la voir s'élever après six mois à 4 l. 500 et même 5 litres.

A l'âge de trois ans, la capacité vitale n'est que de 0,400 ; elle subit un accroissement annuel de 0,120 à 0,150.

En somme, si, de tous les instruments d'investigation mis à leur disposition, le médecin ou l'éducateur n'en devaient conserver qu'un seul... leur choix devrait sans conteste être en faveur du spiromètre.

b) *Débit respiratoire.* — Le débit respiratoire est la quantité d'air passant dans l'appareil pulmonaire, en fonction du temps. C'est donc une donnée plus complète que la capacité vitale. Ce débit, variable d'un moment à l'autre, au cours des divers actes de la vie, présente une valeur maxima, en rapport avec la valeur fonctionnelle d'un appareil respiratoire donné.

*Le masque manométrique de Pech*¹ est un nouvel appareil, permettant d'apprécier en une valeur numérique simple (litres à la seconde) *le débit respiratoire maximum* d'un sujet.

L'appareil s'adapte au moyen d'un masque, muni d'une garniture pneumatique pouvant enfermer hermétiquement les orifices respiratoires (nez et bouche) du sujet à examiner. Le débit respiratoire maximum est obtenu lorsque, l'appareil étant en place, le sujet respire aussi vite et aussi énergiquement qu'il le peut.

Le masque manométrique, peu encombrant, est appelé à

1. J.-L. PECH, « Masque manométrique ». *Thèse de doctorat en médecine*. Montpellier, 23 mars 1920.

supplanter le spiromètre dans le contrôle médical de l'éducation physique.

Il permet une classification plus exacte des sujets. « Tout exercice quelque peu violent, écrit P. Desfosses, course, saut, bicyclette, devra être interdit à tous ceux dont le débit respiratoire est insuffisant. »

Grâce à la disposition du masque de l'appareil, on peut comparer le débit respiratoire *nasal* avec le débit respiratoire *buccal*. Il permet donc d'étudier de façon effective la valeur de la perméabilité nasale.

Le premier appareil, construit par PECH, n'était gradué que jusqu'à 1 l. 700. Il ne pouvait convenir que pour des enfants ou des sujets pathologiques. Une modification récente en a permis l'extension aux adultes sains.

P. DESFOSSES qui l'utilise d'une façon systématique l'apprécie hautement.

« En résumé, dit-il, le masque manométrique de Pech est actuellement l'instrument le meilleur que nous possédions en éducation physique pour le contrôle de l'éducation ou de la rééducation respiratoire.

« Permettant au sujet de constater lui-même les déficiences de sa respiration nasale, soit à l'inspiration, soit à l'expiration, il constitue également un excellent appareil d'entraînement respiratoire ¹. »

c) *Mensurations thoraciques*. — La circonférence thoracique se mesure (depuis la décision du 15^e Congrès d'Anthropologie en septembre 1913) selon un plan horizontal passant par la base de l'appendice xyphoïde. Le ruban métrique passe au-dessous des pectoraux et évite ainsi

1. P. DESFOSSES, *Le masque manométrique de Pech en éducation physique*. *Presse médicale*, 1921, n° 10, février.

des variations imputables aux modifications de ces derniers.

On prend le périmètre thoracique en inspiration forcée et en expiration forcée. Au cours de ces mensurations, les bras doivent tomber naturellement le long du corps.

Au lieu de rechercher les périmètres de la cage thoracique, on peut en mesurer les diamètres antéro-postérieurs et transversaux. On se sert, à cet effet, d'un grand compas d'épaisseur : le compas thoracique de Demeny.

Cette donnée n'a pas la même importance que les précédentes car sa recherche offre plus de difficultés et fournit des renseignements moins sûrs pour les raisons suivantes :

1^o Alors que les variations des périmètres sont de l'ordre du centimètre, celles des diamètres s'expriment en millimètres : elles sont de 15 à 30 mm. en moyenne. Les causes d'erreur, dues par exemple à la pression plus ou moins forte des téguments, modifieront donc dans de plus fortes proportions les lectures des variations de diamètres.

2^o La recherche des diamètres thoraciques exige la connaissance de points de repères précis ; or s'il est commode de trouver l'appendice xyphoïde et l'apophyse épineuse d'une vertèbre dorsale dans la recherche d'un diamètre antéro-postérieur, il est bien difficile, par contre, de découvrir les repères sûrs sans lesquels les diamètres transversaux perdent toute valeur.

Amplitude thoracique. — La différence entre les deux périmètres inspiratoire et expiratoire s'appelle *amplitude thoracique* ¹.

La connaissance de cette donnée est beaucoup plus intéressante, on le conçoit, que celle de la valeur absolue du périmètre.

Voici, d'après les recherches de BOIGEY, la valeur moyenne de l'amplitude thoracique :

1. Quelques auteurs lui donnent aussi le nom d'*élasticité thoracique*.

- à 6 ans : 1 cent 20 à 2 cent. ;
- à 10 ans : 3 à 4 cent. ;
- à 15 ans : 4 à 5 cent. ;
- à 20 ans : 6 à 10 cent. ;
- à 24 ans : 6 à 12 cent.

L'amplitude thoracique peut ne pas être en rapport avec la valeur absolue du périmètre : c'est ainsi que des sujets dont les muscles sont très développés ont un périmètre fort ; mais leur cage thoracique étant bridée par la puissance même de ces muscles, ils n'ont, en général, qu'une amplitude faible. A des gens de cette catégorie, des exercices respiratoires et une mobilisation méthodique de la cage thoracique rendraient le plus grand service. Ces considérations expliquent pourquoi les lutteurs de foire, les exhibitionnistes d'exercices de force, etc..., fournissent un gros contingent à la tuberculose.

Si l'amplitude thoracique n'a pas de rapport avec la valeur absolue du périmètre, elle est en relation, par contre, avec la capacité vitale.

Le méd. maj. R. TRÈVES a étudié cette relation sur le contingent de la classe 1921, faisant partie de la section de rééducation de Joinville. Il résulte de ses constatations, qu'en général, la capacité vitale et l'amplitude thoracique varient entre elles suivant une proportionnalité telle, qu'un éducateur ne possédant pas de spiromètre pourrait, au pis-aller, surveiller l'amélioration de la fonction respiratoire d'après l'amélioration de l'amplitude thoracique ¹.

d) Indices et coefficients. — Il existe des indices et des coefficients basés en partie sur la capacité vitale et sur les périmètres :

1. Cette proportionnalité est précisée au chap. VII, p. 126, fig. 15.

L'*indice de Pignet* est le plus ancien. Il se calcule de la manière suivante : la taille, le poids et le périmètre thoracique (périmètre moyen) sont mesurés séparément. On additionne alors le poids et le périmètre et on soustrait ce total de la taille exprimée en centimètres: Exemple :

Taille.	1 m. 70
Périmètre.	0 m. 90
Poids.	60 kg.

$$\text{Indice} = 170 - (60 + 90) = 20.$$

Cet indice a été bien battu en brèche ; il n'est actuellement presque plus utilisé. Un sujet particulièrement robuste se trouve avoir le même indice qu'un sujet obèse d'une valeur physique très médiocre.

BESSON propose de lui donner la signification suivante :

- Au-dessus de + 10 = surcharge graisseuse.
- De + 10 à — 10 = constitution très vigoureuse.
- De — 11 à — 20 = constitution forte.
- De — 21 à — 25 = constitution moyenne.
- De — 26 à — 30 = zone limite (discutable).
- De — 31 à — 35 = médiocre.
- Au delà de — 35 = nettement mauvais.

Nota. — Dans les cas où la taille est inférieure à la somme du poids et du périmètre, on fait précéder l'indice obtenu du signe +. Dans les cas, plus nombreux, où la taille est supérieure à la somme du poids et du périmètre, l'indice est précédé du signe —.

Le coefficient d'*endurance respiratoire* ¹, actuellement utilisé à Joinville, paraît avoir une plus grande valeur.

1. Il est encore appelé *coefficient pulmonaire*.

C'est le quotient de la capacité vitale (exprimée en décilitres) par le poids (exprimé en kilogs). Le médecin major R. TRÈVES¹ qui a étudié la valeur de ce rapport cite les chiffres donnés par DÉMENY : 0,063 pour le sujet entraîné et 0,047 pour un sujet non entraîné ; puis il ajoute : « le rapport varie selon la longueur des membres inférieurs ; les performances obtenues en course dépendent, en effet, non seulement du fonctionnement de la respiration, mais aussi de la musculature et de la longueur des membres. » Il établit donc 3 catégories :

« L'une, pour les hommes dont la longueur des membres est comprise entre 0 m. 73 et 0 m. 76 et a été observée lorsque la taille est de 1 m. 60 à 1 m. 63.

« Une deuxième, pour ceux qui ont une longueur des membres de 0 m. 77 à 0 m. 80, correspondant à une taille de 1 m. 64 à 1 m. 67.

« Une troisième, comprenant ceux dont la longueur des membres est de 0 m. 81 à 0 m. 84 et la taille de 1 m. 68 à 1 m. 71.

« Chez les premiers la valeur du rapport est de 0,07 à 0,08, chez les seconds, elle est de 0,06 à 0,07, chez les derniers de 0,05 à 0,06 »

La connaissance des valeurs de ce rapport permet de savoir approximativement quelle doit être la capacité vitale d'un sujet dont on connaît la taille et le poids.

Le médecin major TRÈVES a cherché la valeur de ce rapport chez des hommes, qui non seulement n'avaient subi aucun entraînement, mais présentaient en outre un état d'insuffisance générale très grande. « Elle est comprise, pour ces derniers, dit-il, entre 0,026 et 0,033, chiffres

1. Société de médecine militaire française, n° 8, 1921, du 13 au 20 octobre. R. TRÈVES, *De la valeur du rapport de la capacité vitale au poids en éducation physique.*

importants à retenir pour éviter, dans ces cas, les débuts d'un entraînement trop rapide, sans avoir au préalable obtenu l'amélioration suffisante de la fonction respiratoire. »

Il faut donc retenir de ce coefficient que lorsqu'il descend au-dessous de 0,05 il est l'indice d'une insuffisance respiratoire.

Les toutes récentes formules étudiées par MM. Cordier, Delore et Hassler¹ sont du même ordre. Elles sont destinées à juger de la résistance physique des malades et de leur fonctionnement thoracique.

Nous indiquons, car elle semble avoir donné les renseignements les plus précis, la formule de Spehl :

$$\frac{\text{Poids} \times \text{capacité vitale}}{\text{Taille}}$$

B. — *Epreuves physiologiques.*

Les épreuves physiologiques pratiquées par certains médecins peuvent avoir une grande importance dans l'appréciation du sujet. Il est à souhaiter que les travaux se poursuivent dans cette voie, car on ne possède encore aucune épreuve physiologique qui soit mise au point.

R. TRÈVES prend comme épreuve-type une course de 200 mètres au pas gymnastique, exécutée en 55" environ. Pour certains sujets la course peut n'être que de 100 m. ; pour d'autres, elle peut être portée à 1.000 m. Il mesure, entre autres choses, la polypnée différentielle et l'apnée (temps pendant lequel la respiration peut être suspendue)

1. Communication à la Société médicale des hôpitaux de Lyon, 7 mars 1922.

avant et après la course ; il tient compte dans ses mesures de la capacité vitale et même du débit respiratoire.

En comparant les résultats obtenus avec ceux que l'on constate sur des sujets normaux et entraînés on peut en tirer des conclusions sur la valeur du sujet au point de vue de la fonction respiratoire.

Il faut savoir aussi que le docteur Bellin du Coteau ¹ travaille à la mise au point d'une nouvelle formule : *Le coefficient V. A. R. F.* établi d'après diverses épreuves :

- 1^o Vitesse (course à pied de vitesse).
- 2^o Adresse (lancer sur un but d'engin léger).
- 3^o Résistance (course à pied de fond).
- 4^o Force : soit traction, envisagée sous deux formes : vitesse et durée ; soit lancer d'un engin lourd.

Il est indispensable que tout sujet s'adonnant à l'éducation physique ait une « fiche physiologique ». Cette fiche, dont tout médecin peut imaginer un modèle pratique, renferme toutes les observations et toutes les mensurations prises sur le sujet en question. On y trouve encore les différents coefficients de robusticité et aussi les performances du sujet, qui ne sont en somme que des épreuves physiologiques. A la lecture d'une semblable fiche, un médecin expérimenté pourra immédiatement juger de la valeur physique du sujet et saura de suite s'il est capable d'exceller à tel ou tel exercice de force, de vitesse ou d'adresse.

Il est intéressant à ce sujet de reproduire un article du docteur BOIGEY paru dans le n^o 1 du journal *Sciences et Sports*. Il s'agit du coureur GUILLEMOT, né en octobre

1. *Progrès médical* du 19 août 1922.

1899, il avait vingt ans à son arrivée au régiment ; son poids était de 55 kg. 100, sa taille de 1 m. 615.

Lors de son arrivée, son périmètre thoracique mesurait, au niveau de l'appendice xyphoïde : en inspiration maximum, 0,94 ; en expiration maximum, 0,82.

La différence (0,12) exprimait son élasticité thoracique, qui était très supérieure à la moyenne (0,08). Le sujet disposait d'un important pouvoir de ventilation. Sa capacité vitale, évaluée au spiromètre, était de 3 litres 920. Elle était élevée et supérieure de 390 cmc environ à la capacité vitale moyenne des sujets de sa taille.

Petite taille, longues jambes, faible poids, grande élasticité thoracique et grande capacité vitale, tels furent les premiers indices qui attirèrent notre attention sur GUILLEMOT.

L'étude du rythme respiratoire, du rythme cardiaque, les tracés pneumographique et cardiographique devaient pleinement confirmer notre première impression.

Voici les indications relatives au rythme respiratoire :

Nombre de mouvements respiratoires au repos en une minute :

12.

Nombre de mouvements respiratoires au repos après une course de 400 mètres au pas gymnastique : 15.

Temps nécessaire pour revenir au calme : 1 m. 35 s.

Voici celles qui sont relatives au rythme cardiaque :

Nombre de pulsations radiales au repos en une minute : 68.

Nombre de pulsations après une course de 400 mètres au pas gymnastique : 82.

Temps nécessaire pour revenir au calme : 1 m. 50 s.

On le voit, le travail modifiait relativement peu le rythme du cœur et celui de la respiration. Au surplus, les tracés pneumographique et cardiographique étaient d'une admirable régularité.

Nous étions indubitablement en présence d'un coureur de grand fond. Sa tenue sur la piste, sa tactique, la constance de son allure, la régularité de ses foulées, confirmèrent que GUILLEMOT était construit pour les épreuves de durée.

Après trois mois de travail régulier, cet athlète avait légèrement augmenté de poids (56 kg. 700) et les données numériques relatives au périmètre thoracique et aux rythmes respiratoire et cardiaque étaient les suivantes :

Périmètre thoracique xyphoïdien.

Inspiration maximum	0,95
Expiration maximum	0,80
Élasticité thoracique	0,15
Depuis son arrivée à l'école, son élasticité s'était donc accrue de 0,03.	

Rythme respiratoire.

Au repos : 11 mouvements respiratoires.

Après 400 mètres : 9 mouvements respiratoires (la stabilisation respiratoire était complètement acquise).

Rythme cardiaque.

Au repos : 62 pulsations.

Après 400 mètres : 70 pulsations.

Le cœur s'est ralenti au repos d'une manière permanente, mais la stabilisation n'est pas encore complète pendant le travail.

Si l'on n'avait tenu compte que de la morphologie, personne n'aurait songé à envoyer GUILLEMOT à Anvers.

Cet article met bien en lumière tout le parti qu'on peut tirer de la connaissance de la capacité vitale et des périmètres thoraciques d'un individu ; car c'est surtout grâce à ces deux mensurations que Guillemot a été distingué et que des espoirs ont été fondés sur lui ; il a pu dès lors s'entraîner et devenir le champion qui a fait triompher nos couleurs aux Olympiades d'Anvers.

Un contrôle médical minutieux de tous les sujets qui pratiquent l'éducation physique aurait, outre l'intérêt immédiat que nous venons d'indiquer, un autre avantage : l'emploi généralisé des « fiches physiologiques » établies d'après un même plan, avec les mêmes mensurations et les mêmes coefficients permettrait, d'ici peu de pouvoir les collationner et les comparer. Malgré les coefficients personnels d'erreur dus aux opérateurs, on pourrait établir ainsi des travaux de statistique de la plus haute importance. La méthode expérimentale pourrait ainsi venir en aide sur une vaste échelle à la méthode physiologique raisonnée.

CHAPITRE VII

LES RÉSULTATS DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE

L'éducation respiratoire, n'étant que la première phase du développement respiratoire, ne constitue pas à elle seule un système entier d'éducation physique, mais uniquement la première partie d'un tel système. Il ne faut donc pas lui demander plus qu'elle ne peut donner.

L'éducation respiratoire à plusieurs effets.

1^o Elle apprend à mieux respirer.

2^o Elle augmente le rendement de l'appareil pulmonaire, car les portions habituellement inactives des poumons sont obligées de participer à l'acte respiratoire.

3^o Elle contribue au développement et à l'assouplissement de la cage thoracique.

Mais lorsque ces résultats sont obtenus, il faut passer à la deuxième phase du développement respiratoire qui consiste dans l'augmentation des échanges pulmonaires. On obtiendra celle-ci en suivant les prescriptions de la méthode de Joinville, qui dose judicieusement l'emploi des exercices physiques et des sports suivant l'âge et la force des sujets.

Deux ordres de faits font ressortir les bénéfices objectifs qui peuvent résulter de l'éducation respiratoire. Ce sont :

1^o Les observations de sujets ayant pratiqué des exercices respiratoires à l'exclusion d'autres exercices physiques.

2^o L'analyse des résultats obtenus dans les centres de rééducation physique.

I. — OBSERVATIONS CONCERNANT DES CAS ISOLÉS.

Les faits suivants, appartenant à la première catégorie, ont été signalés par GUERMONPREZ¹ ; ils paraissent significatifs.

En 1906, un jeune engagé volontaire se vit refuser son engagement par le bureau de recrutement pour « insuffisance de périmètre thoracique ».

Le jour même, il se met à la pratique de la gymnastique respiratoire ; il l'exécute en plein air avec zèle, énergie et ténacité. Devant le même bureau de recrutement et le même médecin militaire il est exploré à nouveau et admis sans hésitation : il avait gagné presque six centimètres en dix jours.

Un étudiant s'était astreint à un travail acharné pour atteindre le doctorat en temps utile pour réaliser ses espérances de mariage. La famille de la jeune fille impose une exploration de la poitrine par un oncle médecin. Celui-ci constate, non seulement le dos rond, les épaules rapprochées et la poitrine étriquée, mais encore et surtout des sommets pulmonaires qui ne respirent pas, un sternum presque saillant et un périmètre thoracique d'une mesquinerie disproportionnée avec la taille élancée du nouveau docteur. Après avoir subi l'énumération de ses défectuosités, le jeune enthousiaste supplie l'oncle de solliciter en sa faveur une temporisation de quelques mois. Il en profite pour s'adonner à la gymnastique respiratoire, d'abord avec ménagements, puis avec l'émulation de plusieurs amis ; il pousse le zèle jusqu'à s'exécuter en plein air, malgré les rigueurs de la saison. Dans son ardeur, il repousse toute proposition d'escrime, de gymnastique aux agrès et même d'équitation. Au bout de quatre mois, la valeur physique du jeune docteur était transformée : il redressait la tête, sortait la poitrine, dégageait les épaules et faisait oublier son allure chétive et grêle. On entendait la respiration jusqu'en haut de chaque côté de la poitrine, même en arrière ; et l'oncle médecin vérifiait à plusieurs reprises sa mensuration : le périmètre thoracique avait gagné onze ou douze centimètres en quatre mois !

1. GUERMONPREZ, *Gymnastique respiratoire pendant les mouvements*, Rousset, édit., Paris, 1907, pp. 269, 270, 271.

Un candidat était préparé pour le concours du corps des mécaniciens de la marine française ; sa déception est profonde au moment où le certificat d'aptitude physique lui est refusé, parce que le périmètre thoracique est insuffisant. Tout aussitôt, il abandonne le trapèze, les anneaux, les barres parallèles et autres engins, auxquels il avait vainement demandé un entraînement promis ; il se met à pratiquer les exercices respiratoires de la gymnastique suédoise : en vingt jours, il obtient le résultat cherché : son périmètre thoracique est devenu suffisant.

L'importance des résultats et la rapidité avec laquelle ils furent obtenus nous surprendraient si nous n'avions été témoins de faits analogues :

Au mois de septembre 1922, un groupe d'instituteurs sous les drapeaux venait faire un stage de six semaines au Centre Régional d'Instruction Physique de la XIV^e région. Lorsque le médecin prit le premier jour leurs diverses mensurations, il fut étonné de voir l'un d'entre eux présenter une capacité vitale de cinq litres trente-sept, capacité très forte telle qu'on en rencontre tout à fait exceptionnellement. Les autres caractéristiques anatomiques de ce sujet cadraient d'ailleurs bien avec cette capacité :

Taille : 1 m. 76.

Poids : 70 kg. 150.

Périmètre à l'inspiration : 0 m. 91.

Périmètre à l'expiration : 0 m. 79.

Amplitude thoracique : 0. m 12.

Coefficient pulmonaire : 0, 076.

Devant notre étonnement, il déclara spontanément qu'à l'âge de 17 ans, en raison de ses occupations intellectuelles, il était encore un « malingre » et avait même été suspecté de tuberculose pulmonaire. Pour échapper au danger qui le menaçait, il s'était astreint pendant trois ans à pratiquer quotidiennement des exercices respiratoires, suivant un mode qu'il avait lui-même déterminé empiriquement. Par

ailleurs, astreint comme il l'était par la préparation des examens et des concours, il n'avait pratiqué que très rarement des sports véritables, et encore étaient-ce des sports peu violents, tels que le tennis. Il est intéressant de constater que ce sujet, d'anatomie parfaite mais d'entraînement à peu près nul s'est parfaitement comporté dans les diverses épreuves fonctionnelles. Les performances se sont améliorées au cours du stage dans une proportion beaucoup plus forte que celles de ses camarades.

Nous étant livré nous-même à des exercices respiratoires journaliers, dont la durée n'excédait pas 15 minutes matin et soir, nous avons constaté après 45 jours :

1^o Que notre amplitude thoracique était passée de 6 cm. à 13 cm., gagnant ainsi 7 cm.

2^o Que notre capacité vitale de 3 litres 400 au début atteignait 4 litres 200 à la fin.

Ces améliorations de capacités vitales et de périmètres thoraciques ne représentent vraisemblablement pas des gains absolus : ils équivalent plutôt, en partie du moins, à une récupération de forces qu'on laissait perdre. On conçoit par exemple, que les cartilages costaux puissent regagner, en quelques exercices, leur jeu maximum qu'ils n'avaient plus l'habitude d'utiliser. Peut-être en est-il de même de l'élasticité du tissu pulmonaire lui-même. Ceci expliquerait la rapidité avec laquelle on obtient souvent des résultats de début importants.

En tous cas, ces gains, qu'ils soient relatifs ou absolus, n'en sont pas moins très intéressants à obtenir. Pour s'en convaincre, il suffit de rappeler l'importance de l'amplitude thoracique et de la capacité vitale, en tant qu'éléments d'appréciation de la valeur d'un sujet.

II. — RÉSULTATS OBTENUS DANS DES CENTRES DE RÉÉDUCATION PHYSIQUE.

Il faut bien dire que, si ces centres accordent à la gymnastique respiratoire une place prépondérante, ils ne se limitent pas à elle seule. Il serait donc téméraire de vouloir mettre au compte de l'éducation respiratoire des résultats obtenus par une méthode beaucoup plus générale. L'erreur serait la même si l'on présentait les résultats obtenus par la méthode suédoise comme devant être attribués à la gymnastique respiratoire. Ces restrictions mises à part, les résultats qui vont suivre n'en offrent pas moins un réel intérêt ; ils seraient même vraisemblablement tout à fait suggestifs s'il était possible de les mettre en parallèle avec les résultats obtenus dans des centres d'Instruction physique fonctionnant pour des adultes bien constitués et ne pratiquant pas l'éducation respiratoire.

A. — *Observations du médecin major Trèves.*

Nous empruntons au médecin major R. Trèves des extraits d'un rapport qu'il écrivit en mars 1922 sur les « constatations médicales faites au cours de la rééducation physique des hommes du contingent de la classe 1921 à l'Ecole de Joinville ».

Au bout de 3 mois et demi ou 4 mois en moyenne, on a pu observer une amélioration notable de la fonction respiratoire.

Les sujets qui présentaient de l'insuffisance respiratoire ont suivi pendant 1 à 2 mois des exercices de gymnastique respiratoire et orthopédique dans certains cas ; mais ils ont pratiqué néanmoins, dès le début, des exercices les préparant à toutes les applications naturelles, en particulier celles de la course et du saut.

L'augmentation de la capacité vitale a été inférieure ou égale à 1 litre dans le tiers des cas, supérieure à 1 litre dans deux autres tiers des cas, atteignant même 2 à 3 litres dans 10 cas.

La valeur du rapport de la capacité vitale au poids du sujet, donnée très importante dans l'appréciation de la résistance, a atteint chez tous de 0,05 à 0,081.

L'élasticité thoracique¹ mesurée par la différence entre l'inspiration et l'expiration volontaires maxima a augmenté d'une quantité inférieure ou égale à 1 centimètre dans 137 cas et de 1 à 3 cm. dans 25 cas, atteignant même chez 4 sujets 4 à 5 cm.

La valeur de l'élasticité thoracique correspond le plus souvent à celle de la capacité vitale. En prenant la moyenne des valeurs de la capacité vitale et de l'élasticité thoracique de 245 sujets on a pu constater que l'augmentation de la capacité vitale, au cours des mois de rééducation est accompagnée de celle de l'élasticité thoracique.

	début	fin
Capacités vitales :	3 l. 24	4 l. 07
Élasticités thoraciques :	5 cm.	6 cm. 6

On peut arriver à une constatation analogue, en notant toutes les valeurs de l'élasticité thoracique correspondant à une même capacité vitale ; afin d'éliminer des causes d'erreur dues à l'ignorance respiratoire de certains sujets, au début de leur entraînement, on a utilisé seulement les chiffres indiquant la capacité à la fin de la période de rééducation. Un graphique qui a été établi en prenant la *moyenne* des valeurs de l'élasticité thoracique correspondant à une même capacité vitale, montre que les valeurs varient sensiblement dans la même proportion entre 3 et 5 litres de capacité.

Il y a cependant lieu de tenir compte pour l'élasticité thoracique, non seulement de l'ampliation de l'appareil pulmonaire, mais aussi de la contraction des muscles inspireurs de la partie supérieure du thorax ; ce fait explique la divergence existant entre les chiffres des très faibles et des très fortes capacités, et ceux de l'élasticité correspondante. On observe en effet un grand développement musculaire chez quelques sujets présentant une insuffisance pulmonaire avec une capacité de 2 l. 45 à 3 litres et ayant néanmoins une élasticité de 8 centimètres ; la faible élasticité tho-

1. L'amplitude thoracique est encore appelée : élasticité thoracique.

racique (4 et 5 centimètres $1/2$) notée chez trois autres sujets ayant une grande capacité vitale (6 l. 15, 5 l. 60, 5 l. 65) est surtout due au mode d'inspiration forcée observée chez eux : expansion thoracique inférieure, grâce à la forte contraction du diaphragme et à la tonicité des muscles abdominaux.

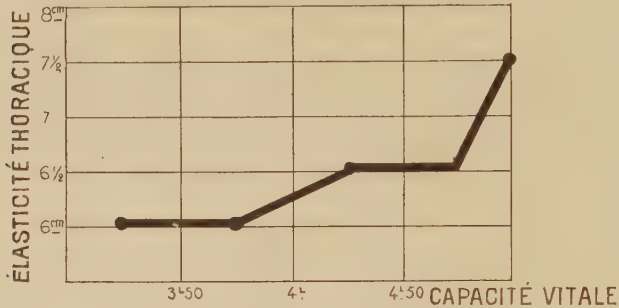


FIG. 15. — Graphique indiquant les variations de l'élasticité thoracique en fonction de la capacité vitale.

Si l'on recherche ensuite chez quels sujets on rencontre les meilleurs résultats aux épreuves physiologiques et aux épreuves physiques, on constate que la valeur de la capacité vitale permet de mieux apprécier la fonction respiratoire proprement dite ; l'augmentation de l'élasticité thoracique indique surtout un meilleur fonctionnement des mouvements du thorax, des muscles respiratoires et des articulations des côtes.

Nous avons d'ailleurs observé une grande élasticité thoracique s'élevant à 6,7 et 8 centimètres chez plusieurs jeunes soldats appartenant au contingent d'une classe précédente et qui'étaient atteints de bacillose pulmonaire ; ces sujets avaient au contraire une faible capacité vitale (0 l. 90 à 2 l. 80) et qui présentaient des réactions anormales aux épreuves physiologiques.

Chez une dizaine de sujets, on a noté une diminution du périmètre xyphoïdien en expiration forcée, variant de $1/2$ à 1 cm. et indiquant une plus grande puissance des muscles expirateurs.

Le développement de la cage thoracique a été observé sur l'ensemble des hommes en rééducation. L'augmentation du périmètre thoracique, notée en inspiration forcée, a été inférieure ou égale à

1 cm.	dans 95 cas.
de 2 et 3 cm.	dans 99 cas.
de 4 à 6 cm.	dans 65 cas.
atteignant même 6 cm. 5 et 7 cm.	dans 5 cas.
8 à 9 cm.	dans 2 cas.
.....	

B. — *Observations personnelles.*

Nous avons procédé nous-même à un ensemble de constatations sur les hommes de la classe 1921 qui furent envoyés en rééducation au centre de la 21^e région à Rambervillers.

Dans ce dernier centre, la gymnastique respiratoire était, semble-t-il, plus exclusivement pratiquée qu'à la division de rééducation de Joinville. Tout au moins, pendant les six premières semaines d'entraînement, aucun exercice de force ni de vitesse n'était pratiqué. C'est seulement après ce laps de temps, presque entièrement consacré à l'éducation respiratoire, que les hommes pouvaient se livrer aux exercices physiques.

Voici les résultats qui ont été constatés sur 200 hommes après un séjour moyen de 3 mois 1/2 à 4 mois :

Périmètre inspiratoire. — A part deux sujets adipeux chez qui le périmètre inspiratoire a diminué, 35 hommes ont vu ce périmètre rester stationnaire. Tous les autres l'ont vu croître des quantités suivantes :

Gains en cm.	Nombre d'hommes.
1	24
2	31
3	27
4	22
5	28

6	.....	9
7	.....	7
8	.....	10
9	.....	4
11	.....	1

Périmètre expiratoire. — Chez le quart des hommes (46 sur 200) le périmètre expiratoire est resté stationnaire. Chez les autres on trouve le même nombre d'augmentations que de diminutions de ce périmètre :

Gains évalués en centim.	Nombre d'hommes.	Pertes évaluées en centim.	Nombre d'hommes.
—	—	—	—
+ 1	23	— 1	33
+ 2	24	— 2	22
+ 3	19	— 3	4
+ 4	6	— 4	3
+ 5	6	— 5	5
+ 7	2	— 6	3
+ 8	1		

Amplitude thoracique. — Elle est restée inchangée chez 31 hommes.

Elle a augmenté de	1 cm.	chez	34
	2	.....	37
	3	.....	28
	4	.....	23
	5	.....	20
	6	.....	12
	7 à 9	.....	15

Il importe de souligner qu'un grand nombre d'hommes, 1/3 environ, ont subi une diminution de leur périmètre

thoracique à l'expiration. Ce fait indique une meilleure utilisation des forces expiratrices.

Ces diminutions ont été, à certaines périodes, plus importantes que ne l'indiquent les mensurations précédentes, prises à l'issue du stage. Nous avons constaté, en effet, que chez presque tous les sujets, le périmètre expiratoire subissait d'abord une diminution, dont la valeur absolue était à son maximum, environ six semaines après l'arrivée au centre. Après ce temps, il commençait à croître lentement, pour s'arrêter, huit semaines plus tard, aux valeurs déjà signalées, c'est-à-dire revenant exactement à son point de départ dans 49 cas sur 200, ne l'atteignant pas dans 70 cas, le dépassant au contraire dans 81 cas.

C. — *Confrontation des résultats.*

Il est presque impossible, en raison des différences portant sur l'alimentation, le nombre d'heures de travail, etc., d'établir de comparaisons entre les résultats obtenus à Rambervillers et à Joinville. Toutefois, on ne peut pas manquer de remarquer que dans ce dernier centre une dizaine de sujets seulement ont présenté une diminution de périmètre xyphoïdien en expiration forcée.

A quoi peut-on attribuer un tel contraste ?

On pourrait songer que la cause en est à l'intensité avec laquelle se pratiquait la gymnastique respiratoire à Rambervillers ; d'autant plus que les exercices d'expiration y tenaient une grande place. Cette explication est séduisante, surtout si l'on remarque que c'est au bout de six semaines, c'est-à-dire à un moment où les hommes n'ont encore fait que des exercices respiratoires, que la diminution du périmètre expiratoire est maxima.

D'autre part, on peut penser que si les périmètres à

l'expiration ne diminuent pas à Joinville dans les mêmes proportions qu'à Rambervillers, c'est parce que la moyenne des augmentations de poids, présentée dans le premier centre, est supérieure à celle présentée dans le second. Il est vraisemblable que suivant l'état de nutrition des individus, le tissu adipeux masque la diminution du périmètre à l'expiration. En effet, lorsque nous avons recherché quelle était la moyenne des augmentations de poids subies par les hommes de Rambervillers, nous avons trouvé qu'elle était :

seulement de 2 kg. 700, chez ceux dont les périmètres à l'expiration avaient diminué ;

de 2 kg. 950, chez ceux dont les périmètres à l'expiration n'avaient pas varié ;

et de 3 kg. 400, chez ceux dont les périmètres avaient augmenté.

Il semble donc que le périmètre expiratoire subit en réalité une diminution plus considérable que celle qui est constatée par les mensurations.

Cet exemple montre bien, qu'en éducation physique, comme ailleurs, l'interprétation des faits n'est pas si aisée qu'on serait tenté de le croire. Pour pouvoir tirer des conclusions certaines, il ne faut donc négliger aucun élément d'appréciation. C'est pourquoi l'emploi de « fiches physiologiques » aussi complètes que possible est indispensable.

CONCLUSIONS

Nous avons vu qu'au moyen d'exercices éducatifs de la respiration, on pouvait obtenir une amélioration locale thoracique et pulmonaire.

Ces exercices seront pratiqués avec avantage par tous les sujets qui veulent se livrer à l'éducation physique et surtout aux sports.

Ils deviennent absolument indispensables pour les insuffisants et ignorants respiratoires ainsi que pour les sujets de constitution faible.

Mais l'amélioration obtenue par les exercices respiratoires ne suffit pas ; il faut l'entretenir et la compléter par une augmentation des échanges au moyen des exercices généraux.

Il ne faut pas confondre, ni employer l'un pour l'autre les *mouvements respiratoires* exécutés pour combattre l'essoufflement et les *exercices respiratoires éducatifs*.

Les mouvements respiratoires destinés à combattre l'essoufflement ne doivent pas comporter de mouvements de circumduction des bras. Ils consisteront avant tout en expirations forcées.

Le Président de la thèse,

VU :

POLICARD.

Le Doyen,

J. LÉPINE.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 21 novembre 1922.

Le Recteur Président du Conseil de l'Université,

J. CAVALIER.

*

BIBLIOGRAPHIE

- AMAR. — Les lois scientifiques de la respiration.
- AMOROS. — Nouveau manuel complet d'Éducation physique gymnastique et morale, pages 84, 96, 97. Paris, 1848.
- BELLIN DU COTEAU. — *Progrès Médical* du 19 août 1922.
- BERT Paul. — Leçons sur la respiration, 1868.
- BELLEFON (DE) et MARUL. — La méthode française d'Éducation physique. Chiron, 1920, p. 46.
- BOIGEY. — Physiologie générale de l'Éducation physique p. 49, 58. Paris, Payot, 1920.
- BROCA et HOUDRÉ. — Technique de la méthode d'Abbott pour le traitement de la scoliose. *Monographie* n° 78, Masson, 1914.
- CORDIER, DELORE et HASSLER. — Communication à la Société Médicale des Hôpitaux de Lyon, 7 mars 1922.
- DESFOSSÉS. — La gymnastique respiratoire chez les enfants, pages 9, 15. Masson, *Monographie* n° 64.
- FOY Robert. — *Presse Médicale*, 6 février 1909.
- FROSSARD. — *Société Française de Physiothérapie*, communication du 3 février 1922.
- GRÉHANT. — *Journ. Anat. et Physiol.*, I, 523, 1864.
- GUERMONPREZ. — Gymnastique respiratoire pendant les mouvements, pages 25, 153, 269, 270, 271. Paris, Rousset, 1907.
- IZARD. — *Revue de Stomatologie*, 1922, n° 7, vol. XXIV.

- LAGRANGE. — L'hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens, page 73, 6^e édition. Paris, 1896.
- LAGRANGE. — La médication par l'exercice, pages 461-462.
- LAGRANGE. — Les mouvements méthodiques et la mécano-thérapie, pages 100, 130. Alcan, 1899.
- LECAT. — Considérations sur les exercices respiratoires. *Thèse de Paris*, 1910.
- MAGNE. — Recherches sur les modifications des phénomènes respiratoires que produit chez l'homme le travail musculaire. Application à l'étude de l'entraînement et de la fatigue. (*Notes et mémoires de l'Institut Lannelongue d'hygiène sociale*, 2^e série, 1921, p. 59.)
— Les modifications des échanges respiratoires pendant l'exercice musculaire (*Ibid.*, 3^e série, 1922).
— Recherches sur la dépense d'énergie dans la marche de l'homme en terrain horizontal ou incliné (*Journ. de Physiol. et de Path. génér.*, 1154-1920).
- NAGEOTTE-WILBOUCHEWITCH (M^{me}). — Bibliothèque de thérapeutique de Gilbert et Carnot. *Physiothérapie*, Baillière et fils.
- PESCHER. — L'entraînement respiratoire par la méthode spiroscopique, page 58. Paris, Maloine et fils, 1921.
- ROSENTHAL. — Manuel de kinésithérapie, fasc. III, pages 12, 18, 57. Alcan, 1905.
- SIGALAS. — Congrès International de Liège, 1905.
- SOMER. — Le massage dans les sports, page 17. Paris, Baillière et fils, 1913.
- TISSIÉ. — L'éducation physique et la race, pages 11, 31, 33, 52. Flammarion, 1919.
- TRÈVES R. — De la valeur du rapport de la capacité vitale au poids en éducation physique. *Société de Médecine*

militaire française, n° 8, 1921, du 13 au 20 octobre.

— Les épreuves physiques dans les cas d'insuffisance respiratoire avec lésions pulmonaires.

— Modifications de l'adénopathie trachéo-bronchique au cours des exercices physiques, vérifiées à l'examen radiographique.

Communications à la *Société médicale d'Éducation physique*, 18 janvier 1922.

XXX. — Projet de règlement général d'Éducation physique. Annexe, page 20. Lavauzelle, 1922.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
CHAPITRE PREMIER. — OPPORTUNITÉ DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE	II
I. Nécessité de l'éducation respiratoire.....	II
II. Sujets plus particulièrement justiciables de l'éducation respiratoire.	14
A. Enfants et adolescents.....	14
B. Adultes	16
C. Vieillards.....	18
D. Utilité générale de l'éducation respiratoire.	19
III. Nature de l'éducation respiratoire.....	20
CHAPITRE II. — NOTIONS PHYSIOLOGIQUES APPLIQUÉES A L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE.....	24
I. La respiration en général.....	24
II. Passage de l'air dans le système aérifère.....	25
III. Dilatation de la cage thoracique.....	26
A. Rôle du diaphragme et intervention de la paroi abdo- minale	27
B. Rôle des muscles insérés sur la paroi de la cage thora- cique.....	31
IV. Le mécanisme expiratoire.....	32
V. Quantités d'air déplacées. Données spirométriques.....	33
VI. Ventilation pulmonaire.....	35
VII. Le mécanisme nerveux.....	40
CHAPITRE III. — HISTORIQUE.....	43
I. Vue d'ensemble.....	43
II. Les empiriques.....	46
III. Les rationalistes	48
IV. Les contemporains.....	52
CHAPITRE IV. — LES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES D'UR- GENCE	61
I. Données générales.....	61

II. La lutte contre l'essoufflement.....	66
III. Recherches personnelles.....	69
CHAPITRE V. — LES EXERCICES RESPIRATOIRES ÉDUCATIFS...	76
I. Données générales.....	76
II. Précautions préalables.....	78
III. Développement des muscles inspireurs.....	81
A. Muscles du cou.....	83
B. Trapèze.....	84
C. Grand dorsal.....	85
D. Grand dentelé.....	86
IV. Développement du diaphragme.....	86
V. Développement des muscles expirateurs.....	87
VI. Technique d'un mouvement respiratoire type.....	92
VII. Annexe.....	99
CHAPITRE VI. — LE CONTROLE MÉDICAL EN ÉDUCATION RESPIRATOIRE.....	101
I. Examen préalable des sujets.....	101
A. Dépistage des sujets pathologiques.....	102
B. Examen préalable des voies nasales et respiratoires supérieures. Rééducation nasale.....	104
II. Appréciation des résultats.....	107
A. Mensurations.....	107
a) Recherche de la capacité vitale ; spirométrie.....	108
b) Débit respiratoire.....	110
c) Mensurations thoraciques.....	111
d) Indices et coefficients.....	113
B. Épreuves physiologiques.....	116
CHAPITRE VII. — LES RÉSULTATS DE L'ÉDUCATION RESPIRATOIRE.....	120
I. Observations concernant des cas isolés.....	121
II. Résultats obtenus dans des centres de rééducation physique.....	124
A. Observations du médecin major Trèves.....	124
B. Observations personnelles.....	127
C. Confrontation des résultats.....	129
CONCLUSIONS.....	131
BIBLIOGRAPHIE.....	133
TABLE DES MATIÈRES.....	137

